MARCELO BAGGIO

**Efeito da alternância entre narasina e monensina na adaptação e
terminação de bovinos confinados**

Pirassununga
2021

MARCELO BAGGIO

**Efeito da alternância entre narasina e monensina na adaptação e
terminação de bovinos confinados**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Departamento:
Nutrição e Produção Animal

Área de concentração:
Nutrição e Produção Animal

Orientador:
Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires

Pirassununga
2021

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T. 4051
FMVZ

Baggio, Marcelo
Efeito da alternância entre narasina e monensina na adaptação e terminação de
bovinos confinados / Marcelo Baggio. – 2021.
66 f. ; il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga,
2021.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires.

1. Ionóforos. 2. Narasina. 3. Monensina. 4. Adaptação. 5. Terminação. I. Título.

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Efeito da alternância entre narasina e monensina na adaptação e terminação de bovinos confinados", protocolada sob o CEUA nº 9763030920 (ID 000142), sob a responsabilidade de **Alexandre Vaz Pires e equipe; Marcelo Baggio; José Paulo Roman Barroso** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Escola Superior de Agricultura (CEUA/ESALQ) na reunião de 10/09/2020.

We certify that the proposal "Effect of alternating between narasin and monensin on the adaptation and termination of confined cattle", utilizing 160 Bovines (160 males), protocol number CEUA 9763030920 (ID 000142), under the responsibility of **Alexandre Vaz Pires and team; Marcelo Baggio; José Paulo Roman Barroso** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the Luiz de Queiroz College of Agriculture - ESALQ (CEUA/ESALQ) in the meeting of 09/10/2020.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa (Acadêmica)**

Vigência da Proposta: de **11/2020** a **05/2021** Área: **Ciência Animal E Pastagens**

Origem: **Instalação Experimental de Caprinos, Ovinos e Bovinos**

Espécie: **Bovinos**

sexo: **Machos**

idade: **20 a 30 meses**

N: **160**

Linhagem: **Nelore**

Peso: **230 a 600 kg**

Local do experimento: O experimento será conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP).

Piracicaba, 27 de janeiro de 2021

Prof. Dr. Gérson Barreto Mourão
Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Escola Superior de Agricultura

Prof. Dr. Roberto Sartori Filho
Vice-Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Escola Superior de Agricultura

Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Universidade de São Paulo

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Efeito da alternância entre narasina e monensina na adaptação e terminação de bovinos confinados", protocolada sob o CEUA nº 8614150720 (ID 008413), sob a responsabilidade de **Alexandre Vaz Pires e equipe; José Paulo Roman Barroso; Marcelo Baggio** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 25/09/2020.

We certify that the proposal "Effect of alternating between narasin and monensin on the adaptation and termination of confined cattle", utilizing 160 Bovines (160 males), protocol number CEUA 8614150720 (ID 008413), under the responsibility of **Alexandre Vaz Pires and team; José Paulo Roman Barroso; Marcelo Baggio** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo) (CEUA/FMVZ) in the meeting of 09/25/2020.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa**

Vigência da Proposta: de **11/2020** a **05/2021**

Área: **Nutrição E Produção Animal**

Origem: **Animais provenientes de estabelecimentos comerciais**

Espécie: **Bovinos**

sexo: **Machos**

idade: **20 a 30 meses**

N: **160**

Linhagem: **Nelore**

Peso: **230 a 600 kg**

Local do experimento: O experimento será conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP).

Comentário da CEUA: Foi apresentado certificado de aprovação do presente projeto na CEUA da ESALQ/USP, onde o presente estudo com bovinos será realizado. Mesmo assim, sugerimos rever o protocolo anestésico dos bovinos, uma vez que foi mencionado apenas um pré-anestésico (Acepromazina).

São Paulo, 27 de janeiro de 2021

Prof. Dr. Marcelo Bahia Labruna

Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

Camilla Mota Mendes

Vice-Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: BAGGIO, Marcelo

Título: Efeito da alternância entre narasina e monensina na adaptação e terminação de bovinos confinados

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Aos meus pais, **Manoel e Tânia**

Ao meu irmão, **Guilherme Baggio**

Por apoiarem incondicionalmente as minhas decisões

Pelo amor e companheirismo, como se fôssemos apenas um.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Manoel e Tânia, por acreditarem nos meus sonhos e no meu potencial e por todo suporte, educação, amor e respeito.

Ao meu irmão Guilherme Baggio, meu ídolo, por ser minha inspiração e um dos meus motivos de seguir em frente e ser uma pessoa melhor.

A todos meus familiares por me incentivarem e acompanharem meus esforços e torcerem pela minha vitória, em especial meus avós e minha madrinha Clélia Ingrato Baggio, por todo o apoio e carinho e por sempre mostrar orgulho em relação às minhas vitórias.

Ao meu primo Pedro Renato Marcos, Isabela de Jesus Marcos e Carolina Baggio pela longa amizade e carinho.

Ao Centro Católico Universitário Católico Salesiano Auxiliu-Unisalesiano Araçatuba e todos os professores e amigos que contribuíram para meu ensino e aprendizado, possibilitando o ingresso ao mestrado

A Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ/USP), em especial ao Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP), pela oportunidade da realização dessa importante fase da minha vida.

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), em especial ao Departamento de Zootecnia, pelas instalações cedidas, tornando possível a realização desse projeto.

Ao meu orientador, professor Alexandre Vaz Pires, pela disposição, pela amizade, pela paciência, por todos os ensinamentos profissionais e pessoais que contribuíram para minha formação, principalmente pelo exemplo de postura profissional e pessoal.

Aos professores Marcos Vinicius Ferraz Junior e Evandro Maia, pela contribuição em meu aprendizado e auxílios profissionais.

Aos amigos do Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA/ESALQ): Alexandre Miszura, André Storti Martins, Gabriela Bagio, Kauê dos Santos Maia, Arnaldo Cintra Limede (Pinguim), José Paulo Romam Barroso e Avorrai, pela amizade e companheirismo durante essa jornada importante da minha vida.

Aos Funcionários (ESALQ/USP): Danilo (Grajá), Luciana Castelar, Sr. Roberto Gonçalves, Adilson Rosa (Zica), Sr. Marcos Polizel e Joseval Mandro, Juscelino e Emerson.

A todos os estagiários que auxiliaram os estudos realizados no Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA/ESALQ), em especial, ao meu amigo Joel Junior pela disciplina e força de vontade, auxiliando os trabalhos de campo durante um longo período.

Aos meus amigos e irmãos da vida Matheus Siqueira e Rodolfo Sacramento pela amizade de longos anos, admiração e companheirismo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

E a todos que de certa forma ajudaram meu processo de crescimento pessoal e profissional.

Muito Obrigado!

Epígrafe

“Aqueles que se sentem satisfeitos sentam-se e nada fazem. Os insatisfeitos são os únicos benfeitores do mundo”.

Walter S. Landor

RESUMO

BAGGIO, M. **Efeito da alternância entre narasina e monensina na adaptação e terminação de bovinos**. 2021. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2021.

Experimento 1: Quarenta novilhos nelore (*Bos indicus*), castrados, providos de cânulas no saco dorsal do rúmen foram distribuídos em blocos completos casualizados de acordo com o peso corporal em jejum de sólidos e líquidos ($230,47 \pm 0,59$ kg). Os animais foram alimentados com dieta de elevado teor de concentrados durante 42 dias, subdivididos em 2 períodos de 21 dias, durante o primeiro período os animais receberam a dieta de adaptação (*step-up*) e o segundo período a dieta de terminação. Os tratamentos experimentais foram Controle (CON; sem aditivo), Narasina (NN; 13 ppm de narasina adaptação e terminação), Monensina (MM; 25 ppm de monensina na adaptação e terminação), Narasina+Monensina (NM; 13 ppm de narasina na adaptação e 25 ppm de monensina na terminação) e Monensina+Narasina (MN; 25 ppm de monensina na adaptação e 13 ppm de narasina na terminação). As doses utilizadas seguiram as recomendações dos fabricantes (Narasina–Zimprova, Elanco® e Monensina–Rumensin, Elanco®). A inclusão de ionóforos na dieta durante o período de adaptação afetou ($P = 0,02$) o CMS dos animais em que o tratamento MM apresentou um consumo semelhante ao MN e diferente dos demais, o tratamento MN, por sua vez, foi semelhante à NN e CON e menor que NM. Os tratamentos não diferiram entre si durante o período de terminação ($P = 0,45$) e em CMS total ($P = 0,15$). Durante o período de digestibilidade o CMS não foi afetado ($P=0,71$) semelhante ao consumo de nutrientes como CMO ($P = 0,81$), CFDN ($P = 0,51$) e CFDA ($P = 0,67$) e a digestibilidade DGMS ($P = 0,27$), DGMO ($P = 0,35$), DGFDN ($P = 0,22$) e DGFDA ($P = 0,46$). Os parâmetros de fermentação ruminal como AGCC, pH e N-NH₃ também não foram afetados pelas dietas experimentais. **Experimento 2:** cento e vinte novilhos nelore (*Bos indicus*), não castrados, foram blocados a partir do peso corporal em jejum de sólidos e líquidos ($424,65 \pm 5,43$ Kg). Os animais foram alimentados diariamente com dietas de elevado teor de concentrados durante 105 dias, dividido em duas etapas: a fase de adaptação com duração de 21 dias e posteriormente a terminação de 84 dias. Os tratamentos experimentais foram Controle (CON; sem aditivo), Narasina (NN; 13 ppm de narasina adaptação e terminação), Monensina (MM; 25 ppm de monensina na adaptação e terminação), Narasina+Monensina (NM; 13 ppm de narasina na adaptação e 25 ppm de monensina na terminação) e Monensina+Narasina (MN; 25 ppm de monensina na adaptação e 13 ppm de narasina na terminação). As doses utilizadas seguiram as recomendações dos fabricantes (Narasina–Zimprova, Elanco® e Monensina–Rumensin, Elanco®). Houve interação tratamento e período em relação ao CMS dos animais ($P = 0,02$), sendo menor o CMS na adaptação nos tratamentos MM e MN. Durante o segundo período, o tratamento MM

apresentou um menor CMS em relação aos tratamentos NN e NM. Não houve efeito de tratamento no GMD ($P = 0,77$) e EA ($P = 0,74$) dos animais. Em relação aos dados de carcaça, não houve efeito para RC ($P = 0,12$), PCQ ($P = 0,7$) e AOL ($P = 0,64$), porém, houve efeito para EGS ($P = 0,01$), cujos tratamentos que receberam ionóforos foram superiores ao CON. Dessa forma, concluímos que o uso de narasina e monensina e a alternância destas moléculas não afetou o desempenho animal, provavelmente devido à utilização de dietas pouco desafiadoras, com elevado teor de FDN. Novos estudos devem ser conduzidos avaliando a utilização de narasina em dietas de elevado teor de concentrados e a interação de diferentes moléculas em busca de ganhos maiores.

Palavras-chave: Ionóforos. Narasina. Monensina. Adaptação. Terminação.

ABSTRACT

BAGGIO, M. **Effect of the alternation between narasin and monensin on the adaptation and finishing of confined cattle.** 2021. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2021.

Experiment 1: forty rumen-cannulates Nelore steers, were distributed in complete randomized blocks according to the initial body weight (230.47 ± 0.59 kg). The animals were fed a high concentrate diet for 42 days, subdivided into 2 periods of 21 days, during the first period the animals received the adaptation diet (*step-up*) and the second period the finishing diet. The experimental treatments were 1 - Control (CON; without additive); 2 - Narasin (NN; 13ppm of narasin on adaptation and finishing); 3 - Monensin (MM; 25 ppm of monensin on adaptation and finishing); 4 - Narasina + Monensin (NM; 13 ppm of narasin on adaptation and 25 ppm monensin on finishing) and 5 - Monensin + Narasin (MN; 25 ppm monensin on adaptation and 13 ppm narasin on finishing). The doses used followed the manufacturers' recommendations (Narasina – Zimprova, Elanco® and Monensina – Rumensin, Elanco®). The inclusion of ionophores in the diet during the adaptation period affected ($P = 0.02$) the DMI of the animals in which the MM treatment had a consumption similar to the MN and different from the others, the MN treatment was similar to the NN and CON and less than NM. The treatments did not differ between themselves during the finishing period ($P = 0.45$) and in total DMI ($P = 0.15$). During the digestibility period, DMI was not affected ($P = 0.71$) similarly OMI ($P = 0.81$); NDFI ($P = 0.51$); ADFI ($P = 0.67$) and digestibility DMDG ($P = 0.27$); OMDG ($P = 0.35$); NDFDG ($P = 0.22$) and ADFDG ($P = 0.46$) also were not affected. The rumen fermentation parameters such as SCFA, pH and N-NH₃ also were not affected by the experimental diets. **Experiment 2:** One hundred and twenty Nelore bulls (*Bos indicus*), were blocked from initial body weight (424.65 ± 5.43 Kg). The animals were fed daily with high concentrate diets for 105 days, divided into two stages: the adaptation phase lasting 21 days and then the termination period of 84 days. The experimental diets were the same as in experiment I. The doses used followed the manufacturers' recommendations (Narasina – Zimprova, Elanco® and Monensina – Rumensin, Elanco®). There were interaction among treatments and periods in relation to the DMI of the animals ($P = 0.02$), the DMI being lower in the adaptation in the MM and MN treatments. During the second period, the MM treatment showed a lower DMI compared to the NN and NM treatments. There was no treatment effect on the animals' ADG ($P = 0.77$) and FE ($P = 0.74$). Regarding the carcass data, there was no effect for CY ($P = 0.12$), HCW ($P = 0.7$) and LEA ($P = 0.64$). There was an effect for STF ($P = 0.01$), whose treatments that received ionophores were superior to the CON. Thus, we conclude that the use of narasin and monensin and the alternation of

these molecules did not affect animal performance, probably due to the use of low-challenge diets, with high NDF content. Further studies should be conducted evaluating the use of narasin in diets with a high content of concentrates and the interaction of different molecules in search of greater gains.

Keywords: Ionophores. Narasin. Monensin. Adaptation. Finishing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Consumo de matéria seca (CMS) durante os dias do experimento.	50
Figura 2 - Consumo de matéria seca (CMS) durante os períodos do experimento.....	52
Figura 3 - Peso corporal médio ao longo do período experimental total.	53
Figura 4 - Ganho médio diário (GMD) dos animais durante os períodos do experimento.....	54
Figura 5 - Eficiência alimentar (EA) dos animais durante os períodos do experimento.	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais, % da MS	43
Tabela 2 - Consumo de matéria seca pelos novilhos alimentados com as dietas experimentais.	49
Tabela 3 - Consumo de nutrientes durante o período de digestibilidade (kg) e digestibilidade aparente dos nutrientes (%).	50
Tabela 4 - Concentração molar dos AGCC, relação acético:propiónico, total de AGCC, pH e N-NH ₃	51
Tabela 5 - Porcentagem de AGCC durante o estudo.....	52
Tabela 6 - Dados de carcaça dos animais abatidos após o período experimental.	55
Tabela 7 - Dados relacionados ao comportamento ingestivo, feito ao final do período experimental.	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1	FERMENTAÇÃO RUMINAL	20
2.2	IONÓFOROS	22
2.3	NARASINA	27
2.4	IONÓFOROS E PROCESSO ADAPTATIVO	29
3	REFERÊNCIAS	31
4	EFEITO DA ALTERNÂNCIA ENTRE NARASINA E MONENSINA NA ADAPTAÇÃO E TERMINAÇÃO DE BOVINOS CONFINADOS SOBRE OS PARÂMETROS FERMENTATIVOS, DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES, DESEMPENHO ANIMAL E DADOS DE CARCAÇA.....	37
4.1	RESUMO	37
4.2	INTRODUÇÃO	40
5	EXPERIMENTO I – METABOLISMO ANIMAL	41
5.1	HIPÓTESES.....	41
5.2	OBJETIVOS	41
5.3	MATERIAIS E MÉTODOS	41
5.3.1	Local do experimento e animais utilizados	41
5.3.2	Delineamento e período experimental	42
5.3.3	Tratamentos experimentais e manejo alimentar	42
5.3.4	Colheita e análise de fluido ruminal	44
5.3.5	Digestibilidade aparente dos nutrientes	44
6	EXPERIMENTO II – DESEMPENHO ANIMAL	45
6.1	HIPÓTESES.....	45
6.2	OBJETIVOS	46
6.3	MATERIAIS E MÉTODOS	46
6.3.1	Local do experimento.....	46
6.3.2	Delineamento e período experimental	46
6.3.3	Tratamentos experimentais e manejo alimentar	46
6.3.4	Pesagem dos animais e análise de carcaça	47
6.3.5	Comportamento ingestivo	48
7	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	48
8	RESULTADOS.....	49
9	DISCUSSÃO.....	56

10	CONCLUSÃO	61
11	REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

No cenário mundial, o Brasil participa de forma ativa na produção e exportação de alimentos, sendo o maior exportador de carne bovina do mundo. Com um rebanho de aproximadamente 213 milhões de cabeças no ano de 2020, apenas 6,09 milhões dos animais abatidos foram provenientes de terminação em confinamento resultando em cerca de 14% dos abates. O confinamento, por sua vez, tem a capacidade de incrementar a produtividade do setor pecuário e melhorar os índices zootécnicos, aumentando, consequentemente, a produção de carne (Abiec, 2019).

Devido às características fisiológicas dos bovídeos, esses animais têm a habilidade de digerir carboidratos fibrosos como celulose e hemicelulose em seu estômago tetra compartimentado no qual possibilita a esses animais retirar nutrientes de alimentos pouco nutritivos diferenciando-a de outras classes. Com a domesticação dos bovinos, outros alimentos passaram a ser ofertados para esses animais, além de pastagens. Essa estratégia foi se modificando, e como recurso eficaz para terminação dos animais destinados ao abate, os confinamentos comerciais vem crescendo linearmente, aumentando em grande escala a produção de proteína de origem animal. No Brasil os animais que entram na fase de terminação em confinamentos são provenientes de dietas a base de forragens. Para obter um máximo desempenho desses animais, uma estratégia adotada é a transição para uma dieta rica em concentrados.

Dietas contendo elevados teores de concentrados têm como resultado final uma grande produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e, como consequência, uma diminuição do pH ruminal, podendo favorecer a presença de distúrbios metabólicos, levando a queda do consumo alimentar (Owens et al., 1998). Dessa forma, tem-se como prática protocolos de adaptação para dietas com alta inclusão de concentrados com o intuito minimizar a presença distúrbios digestivos nos animais confinados (Millen et al., 2009), os quais podem ser responsáveis por causar perdas no desempenho dos animais.

Aliado à estratégia da adaptação, os antibióticos ionóforos são utilizados para prevenir tais distúrbios digestivos, além de favorecer a conversão de dietas de origem vegetal em proteína animal. Os ionóforos manipulam a fermentação ruminal, melhorando assim a eficiência na retenção de energia e utilização de nitrogênio proveniente da dieta (Tedeschi et al., 2003), mitigação na produção de metano (Russel & Strobel, 1989), diminuição da deaminação e

absorção de amônia (Bergen & Bates, 1984), promovendo, também, alteração na produção dos AGCC produzidos no rúmen (Perry et al., 1976).

Além do aumento na produção total dos AGCC, os ionóforos atuam modificando as proporções molares dos mesmos (Bergen & Bates, 1984), aumentando a produção de propionato, ligado diretamente a uma melhoria no desempenho dos animais e maior desenvolvimento das papilas ruminais (Beiranvand et al., 2014), sendo essas, responsáveis por aumentar a superfície da área absorviva do rúmen (Cunningham, 1992).

A utilização de ionóforos na dieta provoca, primariamente, alterações na microbiota ruminal, modificando as rotas fermentativas e possibilitando a melhor retenção de energia e utilização de nitrogênio (Tedeschi et al., 2003) e pode auxiliar no processo de adaptação em dietas de terminação devido a sua eficácia em controlar bactérias Gram-positivas, produtoras de lactato e favorecer bactérias produtoras de propionato (Nagaraja & Lechtenberg, 2007), desenvolvendo, mais eficientemente as papilas e causando menos danos ao epitélio ruminal.

A narasina é um ionóforo produzido por *Streptomyces aureofaciens* da mesma família de outros antibióticos como a monensina, salinomycin e lasalocida (Berg & Hamil, 1978). Uma de suas características apontadas por estudos recentes é a de melhorar o desempenho sem afetar o consumo de matéria seca (CMS) (Silva et al., 2015; Polizel et al., 2016; Gobato et al., 2017; Miszura et al. 2019; Limede et al. 2019), diferentemente da monensina, que possui como uma de suas características principais, a redução de consumo (Duffield et al., 2012).

Dessa forma, há a necessidade de avaliar o efeito da narasina e da monensina e a alternância das moléculas no período de adaptação e terminação de bovinos confinados em relação a ganho médio diário (DMG), CMS, eficiência alimentar (EA), rendimento de carcaça (RC), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), pH ruminal, produção total e proporção dos AGCC e digestibilidade aparente dos nutrientes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FERMENTAÇÃO RUMINAL

Nos sistemas de produção de bovinos de corte em confinamento, posteriormente ao custo de aquisição dos animais, a fração mais representativa em relação aos custos de produção é a dieta. Dessa forma é preciso aperfeiçoar o processo de produção de forma para que haja uma máxima eficiência em fermentar produtos de origem vegetal e transformá-los no produto final que é a carne.

Devido à incapacidade dos ruminantes em sintetizar enzimas capazes de degradar alimentos fibrosos, ocorreu um processo evolutivo, progressivo e benéfico, em seu aparelho

digestivo, fazendo com que houvesse o desenvolvimento de um estabelecimento fermentativo, propício para que microrganismos simbióticos produtores de celulase, colonizassem o sistema digestório dos animais (Janis, 1976), facilitando à produção de carne e leite, provindos de uma alimentação a base de produtos de origem vegetal.

O rúmen é considerado uma câmara fermentativa que mantém um ambiente constante e favorável para os microrganismos simbióticos, proporcionando temperatura estável, pH ideal, umidade, osmolaridade e um ambiente anaeróbico, rico em substratos passíveis de fermentação (Valadares Filho, 2011), tornando-se um ambiente adequado para o crescimento de massa microbiana.

A fermentação ruminal é o processo resultante da atividade física e microbiológica no qual, os substratos ingeridos pelo animal dão origem a produtos finais, como os AGCC, proteína microbiana, vitaminas do complexo B, vitamina K, dióxido de carbono e metano (Lucci, 1997).

Simultaneamente aos outros processos, os movimentos ruminais são responsáveis por revolver o conteúdo presente no rúmen, auxiliando também na absorção dos AGCC produzidos pelo processo fermentativo, através da parede ruminal, e a remoção dos gases pela eructação (Berchielli et al., 2006).

Ao se beneficiarem do ambiente fornecido pelo hospedeiro, os microrganismos provocam a fermentação do substrato por meio de processos enzimáticos e físicos, resultando na produção de proteína microbiana e do principal suprimento energético para os ruminantes que são os AGCC. Os principais AGCC produzidos a partir do processo fermentativo são o acético, propiônico e butírico incluindo também o ácido fórmico, isobutírico, valérico, isovalérico entre outros. Suas concentrações e proporções são dependentes do substrato e da população microbiana que o fermentará (Bergman, 1990).

A fermentação ruminal pode ser influenciada por inúmeros fatores, sendo a dieta, provavelmente, um dos principais. A mudança da dieta pode causar diversas alterações na fermentação ruminal, devido à alteração da microbiota, bem como o produto final desse processo (Valadares Filho & Pina, 2006). Os ácidos acético, propiônico e butírico são os predominantes, sendo esses, produzidos a partir da fermentação de carboidratos provenientes das plantas, tais como celulose, hemicelulose, pectina, amido e açúcares. Segundo Berchielli et al. (2006), a produção dos AGCC depende do tipo de dieta fornecida aos animais. Portanto, ocorre a variação das relações acetato:propionato:butirato de acordo com o substrato ingerido pelo animal, sendo que nas dietas ricas em grãos pode-se alcançar proporção 40:40:20 e nas dietas mais ricas em alimentos fibrosos, a relação pode ser de 75:15:10.

As características do alimento, como tipo de grão e processamento, proporção, concentração de fibras, tamanho das partículas e utilização de aditivos alimentares podem influenciar na concentração e proporção de AGCC que serão produzidos, também podendo afetar o comportamento de ingestão e mastigação do animal e, dessa forma, influenciar o pH ruminal (González et al., 2012). Portanto, a redução do tamanho dessas partículas alimentares pode reduzir a produção de saliva e tamponamento ruminal e, consequentemente, resultar em distúrbios nutricionais, como acidose ruminal (Owens et al., 1998).

A fonte de carboidratos não-fibrosos a ser ofertada pode influenciar de forma considerável o ambiente ruminal. Esses carboidratos (amido, pectina e açúcares) têm alta taxa de fermentação e são degradados quase que completamente. Esses carboidratos constituem a maior parte das dietas em confinamento, devido ao incremento energético fornecido. O amido e os açúcares são fermentados até propionato reduzindo perdas energéticas em forma de metano, diferente da pectina, que resulta em uma fermentação acética, reduzindo os riscos com distúrbios metabólicos (Van Soest et al., 1991).

Além dos efeitos da dieta sobre o ambiente ruminal, também são conhecidos efeitos advindos da inclusão de aditivos alimentares, utilizados atualmente para manipular o ambiente e fermentação ruminal. Alguns aditivos alimentares têm efeito de aumentar a produção de AGCC, a degradação microbiana da fibra, e consequentemente, aumentar o CMS desses animais. Outros efeitos como diminuição da deaminação e produção de amônia, melhora do perfil e da produção de AGCC, impedindo também o acúmulo de intermediários nocivos e mitigando a produção de metano (Newbold & Morales, 2020).

Frente aos aditivos utilizados pelos nutricionistas de bovinos, estão os ionóforos, conhecidos pela eficiência em promover modificações no ambiente ruminal, maximizando a produção com a melhoria nos índices tanto em relação à produção de carne quanto à produção de leite.

2.2 IONÓFOROS

A busca de alternativas que melhorem a eficiência produtiva dos animais vem aumentando cada dia. Dessa forma, a utilização de aditivos em dietas de confinamento vem crescendo linearmente. De acordo com levantamento realizado por Oliveira & Millen (2014), cerca de 99,2% dos confinamentos acrescentam às suas dietas aditivos alimentares, sendo que 93,9% desses casos os ionóforos são os principais aditivos utilizados, seguidos de leveduras e probióticos.

Os ionóforos são classificados como antibióticos pelo FDA (*Foods and Drugs Administration*). Porém, não são de uso compartilhado com seres humanos, ou seja, são de uso específico para os animais. Os ionóforos são poliésteres que atuam na membrana celular e catalisam o movimento de íons (Pressman, 1985), o qual está relacionado ao processo denominado bomba iônica, que regula o balanço químico entre o meio intra e extracelular do microrganismo. Ao se ligarem à membrana celular das bactérias Gram-positivas e protozoários, os ionóforos alteram o transporte celular de íons, modificando o gradiente osmótico celular (Degani & Elgavish, 1978; Saini et al., 1979).

Os ionóforos são moléculas de baixo peso molecular produzidos por cepas de *Streptomyces sp.* (Ovchinnikov, 1979), com estruturas químicas diversas entre as moléculas. Apesar da diferença entre as estruturas químicas e peso molecular, os ionóforos possuem vários átomos de oxigênio ao longo de sua estrutura, e o posicionamento desses átomos criam uma cavidade para o aprisionamento dos cátions (Pressman, 1976). O mecanismo de ação desses aditivos é bem comum, após ocorrer à ligação do complexo gerado entre ionóforo e cátion, o mesmo torna-se capaz de interagir com a bicamada lipídica das membranas celulares dos microrganismos, alterando o transporte de íons e, conseqüentemente, modificar o gradiente osmótico celular (Degani & Elgavish, 1978), causando um desequilíbrio eletrostático entre o meio interno e externo, fazendo com que bactérias e protozoários saiam da homeostase. As diferenças existentes entre os ionóforos estão relacionadas à especificidade catiônica e sua capacidade de atingir concentrações efetivas no ambiente ruminal (Chow et al., 1994).

Fisiologicamente, uma fração da energia formada para utilização da bactéria é provinda da impulsão do H^+ através da membrana via enzima ATP-sintase. A ATP-sintase é responsável por uma atividade criticamente importante que realiza síntese de ATP a partir de uma Adenosina Difosfato (ADP) e um fosfato inorgânico (P_i) impulsão por uma força motriz de prótons (Nakamoto & Shawi, 2008).

O ionóforo é complexado a um cátion no meio ruminal, dando origem a um complexo cátion-ionóforo, que atravessa a parede celular e se solubiliza na membrana lipídica, posteriormente o cátion é substituído por um próton. Naturalmente, as bactérias apresentam altas concentrações de potássio (K^+) intracelular (diferente do meio externo), que é utilizada de forma eficiente pelo ionóforo, fazendo com que haja, de maneira rápida, uma impulsão K^+ para o meio extracelular por transporte ativo, substituindo o K^+ intracelular por H^+ . De maneira geral, o ionóforo faz com que a bactéria entre em desequilíbrio, facilitando a entrada de H^+ na célula sem restituição de ATP. Dessa forma, a bactéria deixará de ganhar energia via ATP-sintase e gastará energia a fim de manter a estabilização do sistema. (Russell & Strobel, 1989).

Além do gasto energético para a infusão de H^+ no meio intracelular, o excesso desses prótons faz com que haja uma acidificação do meio interno. Para que a célula se mantenha em homeostase e o pH se restabeleça, o excesso de prótons deve ser extraído da célula, consumindo energia (Russell & Strobel, 1989). Esse processo faz com que haja um gasto de ATP excessivo, causando morte celular

A atuação dos ionóforos perante os microrganismos ruminais é dependente da permeabilidade da membrana celular do microrganismo. Isso faz com que os ionóforos sejam altamente eficientes no controle de bactérias Gram-positivas, tendo nenhum ou pouco efeito sobre as Gram-negativas. A parede celular das bactérias Gram-negativas possui uma composição química mais complexa que a das Gram-positivas, concedendo a essa classe de microrganismos propriedades bioquímicas e fisiológicas específicas. Essas, por sua vez, apresentam uma segunda membrana externa que é impermeável a partículas grandes, devido aos seus canais de proteínas (porinas), que permitem a difusão passiva de compostos hidrofílicos como açúcares, aminoácidos e certos íons (Campanhã, 2000). A maior parte dessas porinas tem seu limite de exclusão típico de 600 Dalton (Campanhã, 2000). Os ionóforos, por sua vez, possuem tamanho maior que 600 Daltons, não passando através dessas porinas (Nagaraja et al., 1997). No entanto, as bactérias Gram-positivas são envolvidas por uma camada de peptidoglicanos que é porosa e permite que algumas moléculas passem, atingindo a membrana citoplasmática, onde o ionóforo, após formar complexos lipossolúveis com cátions, medeia o transporte dos mesmos rapidamente através da membrana lipídica (Rutkowski & Brzezinski, 2013).

A funcionalidade dos ionóforos se dá em grande parte pelas mudanças estequiométricas do processo fermentativo e do metabolismo do nitrogênio provindo da dieta, devido a uma parcial modificação dos microrganismos ruminais (Newbold et al., 2013), oferecendo condições favoráveis para os microrganismos produtores de propionato e, conseqüentemente, aumentando a eficiência energética, reduzindo a proporção molar de acetato e a relação acetato:propionato (Elsasser, 1984). Essas modificações a nível ruminal têm como conseqüência uma resposta animal, incluindo mitigação da produção de metano (CH_4) (Russell & Strobel, 1989), modificações no consumo de alimentos, aumento na utilização de proteínas dietéticas devido à diminuição da deaminação, diminuição da ocorrência de doenças metabólicas e problemas sanitários como a coccidiose (Schelling, 1984).

Devido à eficácia dos ionóforos em controlar as bactérias Gram-positivas e modificar o processo fermentativo, há um aumento nas concentrações de propionato e redução nas concentrações de acetato (McGuffey et al., 2001). Essa mudança estequiométrica reduz a

disponibilidade de íons H^+ no ambiente ruminal para as arqueas metanogênicas e, conseqüentemente, diminui a produção de metano (Tedeschi et al., 2003). Uma melhora no desempenho animal seria, portanto, esperada em consequência da maior retenção de carbono e energia na fermentação ruminal (Bergen & Bates, 1984), visto que o metano é responsável por 2 a 12% de perda de energia bruta advinda da dieta (Johnson et al., 2007).

Os protozoários também são sensíveis aos efeitos dos ionóforos, outro ponto que pode estar relacionado ao aumento da retenção de energia. Esses microrganismos, além de potenciais produtores de hidrogênio, também são colonizados pelas arqueas metanogênicas, responsáveis por 9 a 37% da produção de CH_4 do rúmen (Williams & Coleman, 1997). Em metanálise realizada por Eugène et al. (2004), foi observado que a defaunação dos protozoários diminuiu significativamente a digestibilidade da MS e a digestibilidade dos carboidratos de parede celular. Por outro lado, o fluxo duodenal de proteína microbiana aumentou em 21%, devido ao aumento de síntese microbiana havendo também uma redução da concentração de amônia ruminal.

Além dos efeitos diretamente ligados ao metabolismo de energia, outro mecanismo de ação, funcional, relacionado aos ionóforos é em relação ao metabolismo de nitrogênio. Segundo Tedeschi et al., (2003), a adição de ionóforos na alimentação de ruminantes, auxilia a utilização do nitrogênio advindo da dieta por reduzir o número de bactérias que necessitam de aminoácidos e pequenos peptídeos como fonte primária de nitrogênio para seu crescimento. Como citado por Chen & Russel (1991), bactérias Gram-positivas, sensíveis aos ionóforos, produziram até vinte vezes mais amônia que outras espécies.

Desordens digestivas como acidose, estão diretamente ligadas a alterações da microbiota ruminal, incluindo alterações nas populações de bactérias fermentadoras de amido e açúcares solúveis. O excesso desses carboidratos possibilita um súbito crescimento de algumas bactérias Gram-positivas produtoras de ácido lático, diminuindo de forma súbita e drástica o pH ruminal (Nagaraja & Lechtenberg, 2007), favorecendo alguns microrganismos fermentadores de glicose e lactato, insensíveis ao baixo pH, interferindo de forma direta na atividade das bactérias, Gram-negativas, metabolizadoras de ácido lático (Owens et al., 1998).

De maneira geral, os ionóforos são eficientes controladores de bactérias ruminais, Gram-positivas, produtoras de lactato como o *Streptococcus bovis*. Essa funcionalidade, associada à insensibilidade do aditivo em relação às bactérias Gram-negativas, torna essa classe de aditivos ideal para a prevenção de acidose láctica (Nagaraja et al., 1982). A capacidade dos ionóforos em melhorar a eficiência do metabolismo energético, proteico e diminuir a incidência

de distúrbios digestivos faz com que haja uma melhoria no desempenho dos animais, resultando, conseqüentemente, em aumento na produtividade animal (Bergen & Bates, 1984).

Os ionóforos mais utilizados extensivamente em vários segmentos da pecuária são monensina, lasalocida, salinomicina e narasina. A monensina sódica é o ionóforo mais estudado e sua molécula foi descrita em 1967 (Agtarap et al., 1967). Sintetizada pela bactéria *Streptomyces cinnamonensis* (Haney & Hoehn, 1967). Essa molécula ionóforo foi aprovado inicialmente em 1971 como coccidiostático em aves. Posteriormente, a molécula foi aprovada em 1975 como promotor de crescimento em bovinos (McGuffey et al., 2001), sendo utilizada amplamente na alimentação animal em diversos países.

A monensina é caracterizada com ácido monocarboxílico com pKa de 6,65, cuja fórmula molecular é $C_{34}H_{61}O_{11}Na$, de peso molecular de 692 g/mol (Haney & Hoehn, 1967; Pressman, 1976). A monensina tem alta afinidade por Na^+ , Cerca de 10 vezes maior que por K^+ . Porém pode atuar como “antiporter” de $Na +$ ou $K + / H +$ (Russel & Strobel, 1989).

De acordo com Bergen & Bates (1984), o uso da monensina sódica mostra efeitos benéficos em relação ao desempenho, uma vez que em dietas com elevado teor de carboidratos altamente fermentáveis, o consumo alimentar foi reduzido sem alterações no ganho médio diário melhorando, conseqüentemente, a conversão alimentar dos animais.

Além da melhoria na eficiência energética, segundo Hanson & Klopfenstein (1979), a monensina reduz a proteólise e deaminação a nível ruminal, resultando em maior passagem de proteínas e aminoácidos dietéticos para o intestino delgado. Desta forma, a molécula reduz as perdas de proteínas e aminoácidos que seriam degradados a nível ruminal e convertidos em amônia (Martineau et al., 2007). Corroborando com os dados de Poos et al., (1979), demonstrando que a adição de monensina na alimentação de ruminantes poupou a proteína advinda da dieta, devido a diminuição da proteólise ruminal.

Yang & Russel (1993) relataram que a inclusão de monensina na dieta resultou em uma diminuição de bactérias utilizadoras de peptídeos e aminoácidos de aproximadamente 10 vezes. Assim, houve uma diminuição na produção de amônia ruimal e um aumento no fluxo de aminoácidos da dieta para o intestino grosso.

Segundo Schelling (1984), em dietas contendo elevado teor de concentrados pode haver depressão no CMS em até 10,7%. Porém, os valores médios consideráveis são em torno de 5 a 6%, semelhante ao observado na revisão feita por Tedeschi et al. (2003) na qual observaram que a inclusão de monensina na dieta aumentou entre 1,6 e 1,8% o ganho de peso e reduziu o consumo de matéria seca de 4 a 6%, com melhora entre 6 a 7,5% na conversão alimentar.

A monensina sódica é responsável pela alteração da microbiota ruminal. Segundo Chen & Wolin (1979), a molécula é funcional em reduzir alguns microrganismos produtores de hidrogênio e formato levando a uma diminuição da metanogênese, favorecendo bactérias formadoras de succinato e outras bactérias que descarboxilam o succinato, privilegiando a produção de propionato.

Ocorrem, também, mudanças no mecanismo de saciedade, o que pode resultar na redução da quantidade de alimento ingerido, aumento da frequência de refeições, redução no tamanho das refeições e aumento no número de refeições diárias, parcelando a entrada de substrato passivo de fermentação, podendo ser esse um dos pontos que auxilia a minimizar a queda do pH ruminal (González et al., 2012). Como mostrado em estudo realizado por Erickson et al. (2003), em que novilhos suplementados com monensina sódica, foram observados em uma análise de comportamento alimentar. Os novilhos suplementados com monensina sódica visitaram o comedouro mais frequentemente ($7,1$ vs. $6,2 \pm 0,50$ refeições/dia) e consumiram menos durante cada refeição ($2,2$ vs. $3,7 \pm 0,4$ kg/refeição) em relação ao grupo controle.

Segundo Chow & Russel (1990) a monensina se mostrou potente inibidor de cepas de *Streptococcus bovis*, microrganismos Gram-positivos, com capacidade de produção de grandes quantidades de ácido láctico. Porém, mostrou pouca ou nenhuma ação sobre bactérias utilizadoras de ácido láctico como a *Megasphaera elsdenii* (Nagaraja & Taylor, 1987), dessa forma, controlando o ambiente ruminal eficientemente e atuando diretamente na prevenção de acidoses, podendo auxiliar de forma direta em processos adaptativos do ambiente ruminal.

2.3 NARASINA

Segundo Berg & Hamill (1978), a narasina é um antibiótico ionóforo produzido por bactérias *Streptomyces aureofaciens*, com fórmula molecular $C_{43}H_{72}O_{11}$ e peso molecular de 765 g/mol. Além disso, a molécula possui solubilidade em álcool, acetona, clorofórmio e acetato de etila. Entretanto, é insolúvel em água. Assim como os demais ionóforos, a narasina apresenta afinidade seletiva, sendo a afinidade por $Na^+ > K^+ = Rb^+ > Cs^+ > Li^+$ (Wong et al., 1977). Quando fornecido juntamente à dieta de aves domésticas, atua de forma efetiva no controle de coccidioses (Jeffers et al., 1988).

A narasina, como outros ionóforos, é capaz de transportar íons através da membrana lipídica dos microrganismos e sua principal ação é contra bactérias Gram-positivas e fungos, resultando em uma melhoria na eficiência energética da fermentação ruminal (Berg & Hamill, 1978), podendo ocorrer modificações estequiométricas dos subprodutos fermentativos devido à modificação ocorrida na população dos microrganismos ruminais. Em ensaio *in vitro*,

Nagaraja e colaboradores (1987), testaram a eficácia de antibióticos ionóforos e não ionóforos. O fluido ruminal de bovinos tratados com feno de alfafa e grãos foi incubado por 12 horas para avaliar a eficiência dos compostos testados. No presente estudo observaram que a narasina, semelhante à salinomicina, aumentou a concentração molar de propionato. Da mesma forma, a molécula foi mais eficiente no controle da produção de ácido láctico quando comparado a outros aditivos. A narasina vem se mostrando eficiente e apresentando o mesmo poder, com doses menores, em relação a outros ionóforos como monensina e lasalocida.

Devido às características relevantes sobre a eficiência da molécula, o Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA/ESALQ –USP) vem desenvolvendo pesquisas *in vivo* para avaliar a eficácia da molécula como promotor de crescimento. Polizel et al. (2016), em estudo avaliando os efeitos da narasina em borregos alimentados com dietas de elevado teor de volumoso, testaram doses crescentes de narasina (0, 8, 16, 24 e 32 mg/kg de MS), não observaram diferença nas proporções molares dos ácidos graxos de cadeia curta. Porém, foi observado uma resposta linear para AGCC total de acordo com as doses de narasina, sem afetar CMS.

Em estudo realizado com cordeiros, avaliando a frequência do fornecimento de narasina em dietas contendo 95% de volumosos, Oliveira (2018) constatou que a suplementação com o ionóforo diarianete (13 ppm) e em dias alternados (26 ppm a cada 48 horas) aumentou as concentrações molares de propionato e AGCC total, diminuindo, conseqüentemente, a relação acetato:propionato.

Polizel et al. (2016b) relataram que a inclusão de 5, 10 e 15 mg de narasina/kg de MS aumentou o ganho de peso e a eficiência alimentar de cordeiros alimentados durante 56 dias com dieta contendo 90% de concentrado. Em seqüências os autores observaram o aumento do coeficiente de digestibilidade aparente da MS, MO, PB, EE e carboidratos não fibrosos (CNF).

Miszura et al. (2018), avaliaram os efeitos de 3 aditivos alimentares em bovinos, sendo esses a narasina (13 ppm), lasalocida (20 ppm) e virginiamicina (20 ppm) sobre as características de fermentação ruminal de novilhos canulados, alimentados com dietas de elevado teor de volumoso. Os autores observaram que a narasina aumentou a produção total de AGCC, aumentou o propionato total e diminuiu a relação acetato:propionato em relação aos outros tratamentos. Em outro estudo subsequente, Limede et al. (2019), avaliaram os efeitos da narasina, salinomicina e flavomicina, mostrando resultados semelhantes, com aumento na produção de propionato e redução da relação acetato:propionato para o grupo de animais suplementados com narasina.

Além das avaliações em relação ao padrão fermentativo modificado pela molécula, Miszura et al. (2019), avaliaram o desempenho de novilhos Nelore durante 140 dias. Os tratamentos experimentais eram compostos pela inclusão dos aditivos alimentares: narasina (13 ppm), lasalocida (20 ppm) e virginiamicina (20 ppm). Os autores concluíram que a inclusão de 13 ppm de narasina é eficiente em melhorar o desempenho de novilhos alimentados com dietas ricas em concentrado.

Em estudo de desempenho animal em uma dieta contendo elevado teor de volumosos (96%), Limede et al. (2019b) avaliaram os efeitos de 13 ppm de narasina, 20 ppm de salinomicina e 3 ppm de flavomicina, fornecidos juntamente ao milho moído como veículo (4%). Os autores observaram que o grupo de animais que receberam narasina durante os 140 dias experimentais obtiveram um maior GMD, CMS e peso corporal ao final do estudo quando comparado com os outros grupos.

Polizel et al. (2017b), realizaram um trabalho com 240 novilhos nelore em pastejo, recebendo narasina em uma mistura mineral. Os 3 tratamentos consistiram em um grupo controle, 71,5 e 110 mg de narasina, correspondentes a 13 e 20 ppm, respectivamente. Foi demonstrado que a inclusão de narasina na mistura mineral não afetou o consumo do suplemento e melhorou o desempenho dos novilhos durante um período de 84 dias.

Gobato et al. (2017) avaliaram a inclusão de narasina para novilhas alimentadas com alto teor de concentrado na dieta. O aditivo foi ofertado juntamente à mistura mineral, com dosagens de 0 ou 1300 mg de narasina por kg de mineral. Os autores não relataram efeito do aditivo em relação ao CMS e GMD, porém houve um incremento em relação à EA.

Além dos dados encontrados sobre o desempenho e perfil fermentativo de bovinos e ovinos, outros trabalhos vêm sendo conduzidos com a narasina, mostrando o potencial da molécula em aumentar a produção de ruminantes. Nos trabalhos de Assis et al. (2020) e Sardinha et al. (2020), os autores relataram que ovelhas, lactantes, tratadas com 13 ppm apresentaram um acréscimo na produção de leite de 4,58% e 24,5%, respectivamente.

Polizel et al. (2017b) estudaram os efeitos da inclusão de monensina sódica (25 ppm) e narasina (10 e 20 ppm) sobre os parâmetros de fermentação ruminal de bovinos alimentados com dietas contendo 90% de concentrado em adaptação abrupta. Os autores não encontraram efeitos nas dietas experimentais para acetato, butirato e propionato. Porém, foi constatado que, a inclusão de 20 ppm de narasina ou 25 ppm de monensina resultaram em um efeito promissor ao aumentar o pH ruminal durante a adaptação a dietas com elevado teor de concentrado.

2.4 IONÓFOROS E PROCESSO ADAPTATIVO

Animais que iniciam a fase de terminação em confinamento são quase que exclusivamente provenientes de sistemas de recria a pasto. A transição de dietas compostas exclusivamente por forragem para outras com elevada inclusão de carboidratos não fibrosos é um dos fatores mais impactantes para a microbiota ruminal (Schwartzkopf-Genswein et al., 2003) e nos produtos finais de sua fermentação (Brown et al., 2006).

A adaptação de bovinos a uma dieta rica em concentrados a partir de uma dieta rica em forragens é conhecida por mudar a população microbiana ruminal e auxiliar o estabelecimento de uma microbiota estável (Fernando et al., 2010). Além disso, atua no desenvolvimento das papilas ruminais, responsáveis pela área absorptiva do epitélio ruminal (Estevam, 2016).

Em dietas compostas basicamente por forragens, os AGCC são produzidos em menores quantidades tendo predominância de ácido acético sobre os demais, seguido por ácido propiônico e butírico. No entanto, na presença de carboidratos não fibrosos, ocorre a diminuição do percentual de ácido acético, aumentando produção de ácido propiônico, podendo alcançar 40% do total de AGCC produzidos (Dunlop, 1972), sendo esse o maior responsável pelo desenvolvimento das papilas metabolicamente ativas (Costa et al., 2008), aumentando a superfície de contato e auxiliando de forma ativa na remoção-absorção dos AGCC produzidos no rúmen.

A inclusão de aditivos alimentares com atuação direta na microbiota ruminal, como os ionóforos, pode facilitar a transição de uma dieta contendo elevados teores de volumoso para uma dieta rica em concentrados, devido a sua eficácia em deprimir microrganismos Gram-positivos produtores primários de ácido láctico (Nagaraja et al., 1997), e favorecer microrganismos Gram-negativos, principais produtores de propionato.

O CMS se mostrou um muito fator importante para o processo adaptativo em bovinos em confinamento. Schwartzkopf-Genswein et al. (2003) relataram que há uma alta correlação entre o manejo alimentar, ingestão de alimento e desempenho animal. Choat et al. (2002), em estudo conduzido com 150 novilhos mestiços, alimentados por uma média de 173 dias, mostraram que animais adaptados em dietas de restrição, obtiveram um ganho cumulativo e um CMS menor do que os animais que receberam dieta “*ad libitum*”.

Com grande eficácia em prevenir distúrbios digestivos, mantendo um pH mais elevado, esses aditivos tem suas particularidades. No caso da monensina sódica a redução de CMS (Duffield et al., 2012) não seria tão interessante durante o processo adaptativo, porém, sua característica de melhorar a EA é essencial durante os períodos de terminação. Em contrapartida, a literatura é escassa quando se trata da utilização de narasina em dietas de elevado teor de concentrado, porém, por diversas vezes a molécula se mostrou eficaz em manter

elevado o CMS dos animais tratados (Polizel et al., 2017b; Miszura et al., 2019; Limede et al., 2019b). Dessa forma, há uma grande lacuna a ser estudada em relação aos ionóforos e sua eficácia em auxiliar o processo de transição de dietas com alto teor de fibras para dietas com grande quantidade de carboidratos não fibrosos.

3 REFERÊNCIAS

- AGTARAP, A.; CHAMBERLIN, J. W.; PINKERTON, M.; & STEINRAUF, L. K. Structure of monensic acid, a new biologically active compound. *Journal of the American Chemical Society*, v. 89, n. 22, p. 5737-5739, 1967.
- BERG, David H.; HAMILL, Robert L. The isolation and characterization of narasin, a new polyether antibiotic. *The Journal of Antibiotics*, v. 31, n. 1, p. 1-6, 1978.
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2006. V.2, 583p.
- BERGEN, W. G.; BATES, D. B.; Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. *Journal of Animal Science*, Albany, v. 58, p. 1465-1483, 1984.
- BERGMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiological Reviews*, v. 70, p. 567- 590, 1990.
- BROWN, M. S.; PONCE, C. H.; & PULIKANTI, R. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. *Journal of Animal Science*, v. 84, n. suppl_13, p. E25-E33, 2006.
- CAMPANHÃ, Myriam Therezinha Neves. Interações entre vesículas catiônicas e superfícies biológicas: lipossomos de brometo de dioctadecildimetilamônio (DODAB) como agentes antimicrobianos. 2000. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- CHEN, G. J.; RUSSELL, James B. Effect of monensin and a protonophore on protein degradation, peptide accumulation, and deamination by mixed ruminal microorganisms in vitro. *Journal of Animal Science*, v. 69, n. 5, p. 2196-2203, 1991.
- CHOAT, W. T., KREHBIEL, C. R., BROWN, M. S., DUFF, G. C., WALKER, D. A., & GILL, D. R. Effects of restricted versus conventional dietary adaptation on feedlot performance, carcass characteristics, site and extent of digestion, digesta kinetics, and ruminal metabolism. *Journal of animal science*, v. 80, n. 10, p. 2726-2739, 2002.
- CHOW, J. M.; VAN KESSEL, J. S. & RUSSELL, J. B. Binding of radiolabeled monensin and lasalocid to ruminal microorganisms and feed. *Journal of Animal Science*, v. 72, p. 1630-1635, 1994.

CUNNINGHAM, J. G. Transporte fetal e neonatal de oxigênio. Tratado de fisiologia veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 413-417, 1992.

DE ASSIS, R. G.; BIAVA, J. S.; POLIZEL, D. M.; DE SOUZA, T. T.; STURION, T. U.; PIRES, A. V. & FERREIRA, E. M.. Use of narasin in diets for lactating ewes. *Small Ruminant Research*, v. 187, p. 106108, 2020.

DEGANI, H.; ELGAVISH, G. A. Ionic permeabilities of membranes. Sodium-23 and lithium-7 NMR studies on ion transport across the membrane of phosphatidylcholine vesicles. *FEBS Letter*, v. 90, n. 2, p. 357, 1978.

DUNLOP, R. H. Pathogenesis of ruminant lactic acidosis. *Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine*, v.16, p.259-302, 1972.

ELSASSER, T. H. Potential interactions of ionophore drugs with divalent cations and their function in the animal body. *Journal of Animal Science*, v. 59, n. 3, p. 845-853, 1984.

EUGÈNE, Maguy; ARCHIMÈDE, Harry & SAUVANT, Daniel. Quantitative meta-analysis on the effects of defaunation of the rumen on growth, intake and digestion in ruminants. *Livestock Production Science*, v. 85, n. 1, p. 81-97, 2004.

ERICKSON, G. E.; MILTON, C. T.; FANNING, K. C.; COOPER, R. J.; SWINGLE, R. S.; PARROTT, J. C. & KLOPFENSTEIN, T. J. Interaction between bunk management and monensin concentration on finishing performance, feeding behavior, and ruminal metabolism during an acidosis challenge with feedlot cattle. *Journal of animal science*, v. 81, n. 11, p. 2869-2879, 2003.

ESTEVAM, Daniela Dutra. Períodos de adaptação de bovinos Nelore confinados a dietas de alto teor de concentrado. 2016.

FERNANDO, S. C.; PURVIS, H. T.; NAJAR, F. Z.; SUKHARNIKOV, L. O.; KREHBIEL, C. R.; NAGARAJA, T. G. & DESILVA, U.. Rumen microbial population dynamics during adaptation to a high-grain diet. *Applied and environmental microbiology*, v. 76, n. 22, p. 7482-7490, 2010.

GOBATO, L. G. M.; SILVA, R. G.; MISZURA, A. A.; POLIZEL, D. M.; JUNIOR, M. F.; OLIVEIRA, G. B. & PIRES, A. V. Effects of narasina addition in mineral mixture on gain and intake of feedlot Nelore heifers (abstract). *Journal of Animal Science*, v.95, supplement 4, p. 266. 2017.

GONZÁLEZ, L. A.; MANTECA, X.; CALSAMIGLIA, S.; SCHWARTZKOPFGENSWEIN, K. S. & FERRET, A. Ruminal acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). *Animal Feed Science and Technology*, v.172, p.66–79, 2012.

GOODRICH, R. D., GARRETT, J. E., GAST, D. R., KIRICK, M. A., LARSON, D. A., & MEISKE, J. C.. Influence of monensin on the performance of cattle. *Journal of animal science*, v. 58, n. 6, p. 1484-1498, 1984.

HANSON, T. L. & KLOPFENSTEIN, T. Monensin, protein source and protein levels for growing steers. *Journal of Animal Science*, v. 48, n. 3, p. 474-479, 1979.

JANIS, C. The evolutionary strategy of the Equidae and the origins of rumen and cecal digestion. *Evolution*, p. 757-774, 1976.

JOHNSON, K. A.; WESTBERG, H. H.; MICHAL, J. J.; & COSSALMAN, M. W. The SF 6 tracer technique: methane measurement from ruminants. In: *Measuring methane production from ruminants*. Springer, Dordrecht, . p. 33-67. 2007.

LIMEDE, A. C.; POLIZEL, D. M.; MISZURA, A. A.; MARTINS, A. S.; BARROSO, J. P. R.; SARDINHA, L. A.; BAGGIO, M.; OLIVEIRA, G. B.; MARQUES, R. S. & PIRES, A. V. Effects flavomycin, narasin and salinomycin on ruminal fermentation of Nellore steers fed high forage diet. *Journal of Animal Science*, v. 97, n. Suppl 3, p. 422, 2019.

LUCCI, C. de S. *Nutrição e manejo de bovinos leiteiros*. Ed. Manole, 1997. 169p., 1997.

MCGUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F. & WILKINSON, J. I. D. Ionophores for dairy cattle: status and future outlook. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.84, p.194-203, 2001.

MILLEN, D. D.; PACHECO, R. D. L.; ARRIGONI, M. D. B.; GALYEAN, M. L.; & VASCONCELOS, J. T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. *Journal of animal science*, v. 87, n. 10, p. 3427-3439, 2009.

MISZURA, A. A; POLIZEL, D. M.; FERRAZ, M. V.; BARROSO, J. P.; GOBATO, L. G.; MARTINS, A. S.; OLIVEIRA, G. B.; FERREIRA, E. M.; PIRES, A. V. Effects of feed additives on rumen parameters of steers fed a high-forage diet. *Journal of Animal Science*, v. 96, n. Suppl 3, p. 441, 2018.

MISZURA, A. A.; POLIZEL, D. M.; BARROSO, J.P. R.; MARTINS, A. S.; OLIVEIRA, G. B.; LIMEDE, A. C; SARDINHA, L. A.; NETO, F. M.; MARQUES, R. S. & PIRES, A. V. Effects of feed additives on performance of yearling bulls fed high forage diet. *Journal of Animal Science*, v. 97, n. Suppl 3, p. 425, 2019.

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Aditivos. In BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. G. *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 539-563, 2006.

NAGAJARA, T. G.; NEWBOLD, C. J. & VAN NEVEL, C. J. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C.S. (Ed.). *The Rumen Microbial ecosystem*. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p. 523-632.

NAGARAJA, T. G. & LECHTENBERG, Kelly F. Acidosis in feedlot cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 23, n. 2, p. 333-350, 2007.

NAGARAJA, T. G.; AVERY, T. B.; BARTLEY, E. E.; ROOF, S. & DAYTON, A. Effect of lasalocid, monensin or thiopeptin on lactic acidosis in cattle. *Journal of Animal Science*, v. 54, n. 3, p. 649-658, 1982.

NAGARAJA, T. G. & TAYLOR, M. B. Susceptibility and resistance of ruminal bacteria to antimicrobial feed additives. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 53, n. 7, p. 1620-1625, 1987.

NAKAMOTO, R. K.; SCANLON, J. A. B. & AL-SHAWI, M. K. The rotary mechanism of the ATP synthase. *Archives of biochemistry and biophysics*, v. 476, n. 1, p. 43-50, 2008.

NEWBOLD, C. J.; WALLACE, R. J. & WALKER-BAX, N. D. Potentiation by metal ions of the efficacy of the ionophores, monensin and tetronasin, towards four species of ruminal bacteria. *FEMS microbiology letters*, v. 338, n. 2, p. 161-167, 2013.

NEWBOLD, C. J. & RAMOS-MORALES, E. Ruminal microbiome and microbial metabolome: effects of diet and ruminant host. *Animal*, v. 14, n. S1, p. s78-s86, 2020.

OLIVEIRA, C. A. & MILLEN, D. D. 2014. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. *Animal Feed Science and Technology*, v. 197, p. 64-75, 2014.

OVCHINNIKOV, J. A. Physico chemical basis of ion transport through biological membranes: Ionophores and ion channels. *European Journal of Biochemistry*, Berlin, v. 94, p. 321-336, 1979.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J. & GILL, D. R. Acidosis in cattle: a review. *Journal of Dairy Science*, v.76, p. 275-286, 1998.

PERRY, T. W.; BEESON, W. M. & MOHLER, M. T. Effect of monensin on beef cattle performance. *Journal of Animal Science*, v. 42, n. 3, p. 761-765, 1976.

POLIZEL, D. M.; WESTPHALEN, F.; MISZURA, A.A.; SANTOS, M.H.; SILVA, R.G.; BERTOLONI, A.V.; OLIVEIRA, G.B.; BIEHL, M.V.; FERRAZ JUNIOR, M.V.C.; PIRES, A.V. & SUSIN, I. Effect of narasin metabolism and dry matter intake in wethers fed high-forage diets. *Journal of Animal Science*, v. 94, Suppl. E5, p. 639, 2016a.

POLIZEL, D. M.; WESTPHALEN, M. F.; SILVA, R. G.; MISZURA, A. A.; SANTOS, M. H.; FERRAZ JUNIOR, M. V. C.; BIEHL, M. V.; PIRES, A. V. & SUSIN, I. Performance of lambs fed high concentrate-diets containing monensin or narasin. *Journal of Animal Science*, v. 94, Suppl. E5, p. 808, 2016b.

POLIZEL, D. M. Utilização de narasina na nutrição de ovinos. 87p. Tese (Doutorado) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017a.

POLIZEL, D. M.; BARBOSA, M. J. P. T.; CAPPELLOZZA, B. I.; LOPES, C. N.; JUNIOR, M. F.; GOBATO, L. G. M. ; & PIRES, A. V.. The addition of narasin into a mineral mixture improves performance of grazing Nellore steers. *Journal of Animal Science*, v. 95, Suppl. 4, p. 267, 2017b.

POOS, M. I.; HANSON, T. L. & KLOPFENSTEIN, T. J. Monensin effects on diet digestibility, ruminal protein bypass and microbial protein synthesis. *Journal of Animal Science*, v. 48, n. 6, p. 1516-1524, 1979.

PRESSMAN, B. V. Biological applications of ionophores. *Annual Review of Biochemistry*, Washington, DC, v. 45, p. 501-530, 1976.

PRESSMAN, B. C. Antibiotics and their complexes. V.19. pp1-18 (Sigel, H., Ed.) Marcel Dekker, Inc. New York, 1985.

RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. *Applied and environmental microbiology*, v. 55, n. 1, p. 1, 1989.

RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. & CHEN, G. J. Enrichment and isolation of a ruminal bacterium with a very high specific activity of ammonia production. *Applied and environmental microbiology*, v. 54, n. 4, p. 872-877, 1988.

RUTKOWSKI, J. & BRZEZINSKI, B. Structures and properties of naturally occurring polyether antibiotics. *BioMed research international*, v. 2013, 2013.

SAINI, R. K.; HESTER, R. K.; SOMANI, P. & PRESSMAN, B. C. Characterization of the coronary vasodilator and hemodynamic actions of monensin, a carboxylic ionophore. *Journal of Cardiovascular Pharmacology*, v. 1, p. 123, 1979.

SARDINHA, L. A., MARQUES, R. S., MISZURA, A. A., BARROSO, J. P. R., OLIVEIRA, G. B., MARTINS, A. S., & POLIZEL, D. M.. Milk yield and composition from ewes fed diets containing narasin and their lambs' performance. *Translational Animal Science*, v. 4, n. 2, p. txaa030, 2020.

SCHELLING, G. T. Monensin mode of action in the rumen. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 58, n. 6, p. 1518-1527, 1984.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; BEAUCHEMIN, K. A.; GIBB, D. J.; CREWS, D. H.; HICKMAN, D. D.; STREETER, M. & MCALLISTER, T. A. Effect of bunk management on feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle: A review. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 81, p. 149-158. 2003.

TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; & TYLUTKI, T. P.. Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. *Journal of environmental quality*, v. 32, n. 5, p. 1591-1602, 2003.

VALADARES FILHO, S. C. & PINA, D. S.; Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, 2006. cap. 6, p. 151-182.

VALADARES FILHO, S.C.; Fermentação Ruminal. IN: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2011.p.161-191.

VAN SOEST, PJ; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

WEIMER, P. J., STEVENSON, D. M., MERTENS, D. R., & THOMAS, E. E. Effect of monensin feeding and withdrawal on populations of individual bacterial species in the rumen of lactating dairy cows fed high-starch rations. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 80, n. 1, p. 135-145, 2008.

WILLIAMS, A.G. & COLEMAN, G.S. The rumen protozoa. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Eds.). 2.ed. *The rumen microbial ecosystem*. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p.73-139.

WONG, D.T.; BERG, D.H.; HAMILL, R.H.; WILKINSON, J.R. Ionophores properties of narasin, a new polyeter monocarboxylic acid antibiotic, in rat liver mitochondria. *Biochemical Pharmacology*, v.26, p. 1373-1376, 1977.

YANG, C. M. & RUSSELL, J. B. The effect of monensin supplementation on ruminal ammonia accumulation in vivo and the numbers of amino acid-fermenting bacteria. *Journal of Animal Science*, v. 71, n. 12, p. 3470-3476, 1993.

4 EFEITO DA ALTERNÂNCIA ENTRE NARASINA E MONENSINA NA ADAPTAÇÃO E TERMINAÇÃO DE BOVINOS CONFINADOS SOBRE OS PARÂMETROS FERMENTATIVOS, DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES, DESEMPENHO ANIMAL E DADOS DE CARCAÇA

4.1 RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a inclusão de monensina e narasina e a alternância entre as moléculas durante o período de adaptação e terminação de bovinos confinados sobre os parâmetros de fermentação ruminal, digestibilidade aparente dos nutrientes, consumo de matéria seca, desempenho, comportamento ingestivo e dados de carcaça de novilhos Nelore (*Bos indicus*) alimentados com dietas de terminação. No Exp. 1, 40 novilhos Nelore, castrados, providos de cânulas no rúmen com peso inicial de $(230,47 \pm 0,59 \text{ kg})$ foram alocados em baias individuais. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados de acordo com o peso inicial em jejum. Dentro dos blocos, os animais foram distribuídos aleatoriamente em cinco tratamentos com 8 repetições por tratamento: Controle (CON; sem aditivo), Narasina (NN; 13 ppm de narasina na adaptação e terminação), Monensina (MM; 25 ppm de monensina na adaptação e terminação), Narasina+Monensina (NM; 13 ppm de narasina na adaptação e 25 ppm de monensina na terminação) e Monensina+Narasina (MN; 25 ppm de monensina na adaptação e 13 ppm de narasina na terminação). O estudo teve duração de 42 dias, dividido em 2 períodos de 21 dias (adaptação e terminação). A inclusão dos ionóforos não modificou os parâmetros de fermentação ruminal e digestibilidade, entretanto, a inclusão de ionóforos na dieta durante o período de adaptação afetou ($P = 0,02$) o CMS dos animais, o tratamento MM apresentou um consumo semelhante ao MN e diferente dos demais, o tratamento MN, por sua vez, foi semelhante à NN e CON, porém, menor que NM. . No Exp. 2, 120 novilhos Nelore (*Bos indicus*) foram alocados em baias coletivas (3 animais por baia) por 105 dias, subdivididos em 2 períodos (21 dias de adaptação e 84 dias de terminação). O estudo foi delineado em blocos completos casualizados. Dentro dos blocos ($n=8$) as baias receberam aleatoriamente os mesmos tratamentos do Exp. 1. Houve interação tratamento e período em relação ao CMS dos animais ($P = 0,02$), sendo menor o CMS na adaptação nos tratamentos MM e MN. Durante o segundo período o tratamento MM apresentou um menor CMS em relação aos tratamentos NN e NM. Não houve efeito de tratamento no GMD ($P = 0,77$) e EA ($P = 0,74$) dos animais. Em relação aos dados de carcaça, não houve efeito para RC ($P = 0,12$), PCQ ($P = 0,7$) e AOL ($P = 0,64$). Houve efeito para EGS ($P = 0,01$), cujos tratamentos que receberam ionóforos foram superiores ao CON. De modo

geral, os aditivos alimentares não afetaram o desempenho animal, comportamento ingestivo, parâmetros de fermentação ruminal e digestibilidade. Entretanto, afetaram o CMS durante a adaptação do Exp. 1 e se mostraram diferentes em relação ao CMS do Exp. 2. Os ionóforos foram, também, eficientes em aumentar a EGS.

Palavras-chave: Adaptação, Aditivos alimentares, Concentrados, Desempenho, Fermentação ruminal,

Lista de abreviações: CMS, consumo de matéria seca; EA, eficiência alimentar; GMD, ganho médio diário; C2:C3, Acetato:Propionato; MON, monensina; NAR, Narasina; CON, Controle; EGS, espessura de gordura subcutânea; RC, rendimento de carcaça; PCQ, peso de carcaça quente; AOL, área de olho de lombo;

4.2 INTRODUÇÃO

A população mundial vem crescendo linearmente ao longo dos anos, e com isso a necessidade de aumento de produção de alimentos para atender o mercado é inevitável. Com um enorme potencial de expansão, a pecuária nacional possui uma taxa de desfrute de aproximadamente 20%, com 86% dos abates sendo representados por bovinos terminados em sistemas de pastagens (Abiec, 2019). A terminação de bovinos em sistema de confinamento exige, dos nutricionistas e produtores, cuidados indispensáveis durante o processo como a utilização de protocolos de inserção do animal a dieta de terminação, chamados de protocolos de adaptação (Millen et al., 2009).

Juntamente aos protocolos de adaptação, há a necessidade da utilização de aditivos alimentares, como os ionóforos, visto que esses, além de promoverem uma melhor eficiência alimentar (Duffield et al., 2012), também atuam no controle de distúrbios digestivos (Owens et al., 1998). Além disso, os aditivos alimentares têm se tornado importantes aliados à lucratividade do sistema pecuário, visto que a sua utilização tem função de alterar a microbiota ruminal (Weimer et al., 2008) e, conseqüentemente, as rotas fermentativas assim como a digestibilidade e a melhor utilização dos nutrientes dietéticos (Tedeschi et al., 2003).

A narasina é uma molécula pouco estudada em dietas de elevado teor de concentrados, porém vem se mostrando eficiente em modificar a estequiometria dos AGCC produzidos no rúmen (Limede et al., 2021; Miszura et al., 2018) e em melhorar o desempenho animal (Silva et al., 2015; Polizel et al., 2020).

Embora os ionóforos tenham modos de ação semelhantes, o CMS, GMD e EA podem variar de acordo com a dosagem, categoria animal e tipo de dieta (Bretschneider et al., 2008). Desta forma, hipóteses foram criadas em relação a utilização dos ionóforos em diferentes fases de terminação, em que a narasina manteria um CMS elevado, com maior desempenho durante a fase de adaptação e um maior ganho cumulativo durante o período experimental total (Exp. 2), podendo resultar em uma melhor digestibilidade aparente dos nutrientes em animais alimentados com a molécula, semelhante aos dados de Polizel et al. (2016b), da mesma forma, uma maior produção com melhor perfil de AGCC (Exp. 1). A monensina, por sua vez, resultaria em um menor CMS, com melhor EA como é relatado na literatura (Duffield et al., 2012).

5 EXPERIMENTO I – METABOLISMO ANIMAL

5.1 HIPÓTESES

A hipótese do presente estudo foi que a inclusão de ionóforos nas dietas de terminação manteriam um pH ruminal médio mais elevado, sem bruscas oscilações, maior digestibilidade aparente dos nutrientes em relação ao grupo controle, maior produção de AGCC. Além disso, os tratamentos com inclusão de narasina apresentariam um maior CMS e produção de AGCC durante a adaptação em relação aos outros tratamentos.

5.2 OBJETIVOS

Avaliar a inclusão de monensina e narasina e a alternância entre as moléculas durante o período de adaptação e terminação de bovinos confinados sobre os parâmetros de fermentação ruminal, digestibilidade aparente dos nutrientes e consumo de matéria seca de novilhos Nelore alimentados com dietas de terminação

5.3 MATERIAIS E MÉTODOS

5.3.1 Local do experimento e animais utilizados

O presente estudo foi conduzido nas instalações do Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA) pertencente ao Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, localizada em Piracicaba – SP – Brasil. Os procedimentos experimentais envolvendo animais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ/USP; nº 8614150720) e pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” ESALQ (CEUA/ESALQ; nº 9763030920).

Foram utilizados 40 novilhos da raça Nelore, machos, castrados e providos de cânulas no saco dorsal do rúmen, com peso corporal de aproximadamente $230,47 \pm 0,59$ kg, os animais foram alojados em baias individuais com piso de concreto, contendo comedouros e bebedouros individuais.

5.3.2 Delineamento e período experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com cinco tratamentos e oito repetições (N = 40). Os animais foram pesados em jejum de sólidos e líquidos por 14 horas no início e final do experimento. Os blocos foram definidos a partir do peso obtido na pesagem inicial dos animais. O experimento teve duração de 42 dias, sendo subdivididos em um período de 21 dias durante a fase adaptação e um período de 21 dias em fase de terminação.

5.3.3 Tratamentos experimentais e manejo alimentar

Antes do início do experimento os animais eram alimentados com dietas contendo 100% de volumoso (pré-secado de “*coastcross*”).

Os tratamentos foram definidos pela inclusão de aditivos nas dietas dos animais. Cada animal recebeu apenas um tratamento na fase de adaptação e após o período de 21 dias, na fase de terminação, foram feitas as substituições dos respectivos tratamentos com duração de um período final de 21 dias.

Os tratamentos experimentais definidos foram um grupo controle sem inclusão de aditivos (CON); 13 ppm de narasina na adaptação e na terminação (NN); 25 ppm de monensina na adaptação e na terminação (MM), 13 ppm de narasina na adaptação sendo alternado para 25 ppm de monensina na terminação (NM); e 25 ppm de monensina na adaptação sendo alternado para 13 ppm de narasina na terminação (MN). As doses utilizadas foram de acordo com as recomendações dos fabricantes (Narasina – Zimprova; e Monensina – Rumensin, Elanco Saúde Animal, São Paulo, Brasil). Os animais pertencentes aos tratamentos com inclusão de ionóforos receberam os aditivos juntamente à dieta total. O tratamento controle recebeu a mesma dieta dos demais, entretanto, sem a inclusão de aditivo.

As dietas utilizadas durante o período experimental (Tabela 1) foram formuladas segundo as recomendações do BCNRM (2016). A adaptação dos animais (Dietas A1, A2 e A3) à dieta de terminação (DF) foi em escada (*step-up*) em níveis crescentes de concentrado a cada semana. O primeiro dia foi ofertado uma quantidade fixa por animal (5kg/MS) e posteriormente o ofertado era corrigido de acordo com a leitura de cocho

Durante o período experimental os animais tiveram acesso *ad libitum* à dieta, sendo esta, ofertada todos os dias às 8h00min, permitindo sobra diária de até 5% em relação ao ofertado. Diariamente, a oferta da dieta total foi ajustada com base na sobra quantificada em relação à oferta do dia anterior. As dietas eram pesadas em balança eletrônica com tara de 50 gramas. Além disso, ao longo de cada período experimental, amostras da oferta eram colhidas

diariamente e armazenada a -18°C para posterior análise e cálculo do consumo diário de matéria seca. A sobra era retirada e pesada para análise de teor de matéria seca para posterior cálculo de CMS.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais, % da MS.

Dietas ¹				
Ingredientes	A1	A2	A3	DF
Bagaço de cana-de-açúcar <i>in natura</i>	23,0	18,0	13,0	8,0
Caroço de algodão	10,0	10,0	10,0	10,0
Casca de soja	15,0	15,0	15,0	15,0
Milho moído fino	44,0	49,0	56,0	62,0
Farelo de Soja	5,0	5,0	3,0	2,0
Ureia	1,0	1,0	1,0	1,0
Mistura mineral	2,0	2,0	2,0	2,0
Composição química ²				
MS	70,80	71,90	70,20	70,00
MO	92,21	92,96	91,66	91,72
PB	14,67	14,50	12,79	12,48
FDN	45,42	43,43	30,58	28,00
FDA	26,98	25,75	17,17	16,03
MM	7,79	7,04	8,34	8,28
EE	3,38	3,22	3,13	4,47
NDT ²	71,30	73,70	76,30	78,50

Fonte: Dados originais da pesquisa.

¹A1 = primeira semana de adaptação; A2 = segunda semana de adaptação; A3 = terceira semana de adaptação; DF = dieta final

²MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro da dieta; FDA = fibra em detergente ácido; MM = Matéria mineral; EE = extrato etéreo; ²NDT = Estimativa nutrientes digestíveis totais de acordo com o software BCNRM 2016.

As amostras das dietas experimentais e das sobras foram processadas em moinho tipo Wiley (Marconi, Piracicaba, São Paulo, Brasil), utilizando peneiras com crivos de 1,0 mm e analisados para determinação de MS por meio de secagem em estufa a 105° C durante 24 horas. A matéria mineral (MM) foi determinada através da incineração das amostras em mufla a 550° C por 4 horas (AOAC, 1990). A concentração de nitrogênio total foi determinada utilizando o aparelho Leco TruMac® N (Leco Corporation, St. Joseph, MI, USA; AOAC, 1990). A PB foi calculada pela multiplicação do nitrogênio total por 6,25. A determinação da fração fibrosa foi

realizada de forma sequencial, utilizando alfa-amilase termoestável e sulfito de sódio para análise de fibra em detergente neutro (FDN), de acordo com metodologia proposta por Van Soest et al. (1991), e a fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com Goering e Van Soest (1970), sendo utilizado um Analisador de Fibra Ankon 2000 (Ankom Tech. Corp., Fairport, NY, USA). As análises foram realizadas no LNRA, do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP.

5.3.4 Colheita e análise de fluido ruminal

No dia 21, 24, 27 e 42, foram realizadas colheitas de fluido ruminal dos animais na sexta hora (14h00min) após o fornecimento da dieta. Imediatamente após a colheita, o conteúdo ruminal foi filtrado em tecido de nylon de 150 micras e a fase sólida foi devolvida ao rúmen. A partir do filtrado foi obtido o pH do fluído ruminal utilizando-se um potenciômetro digital (Digimed® DM20, Campo Grande, MS, Brasil). De cada amostra colhida, foram retiradas três alíquotas de 2 mL, as quais foram armazenadas a -18°C para posterior análise de AGCC, N-NH₃.

Para determinação de AGCC foi utilizado 2,0 mL do fluído ruminal que foi centrifugado a 15.000g, durante 15 minutos e a 4°C. Posteriormente 0,8 mL do sobrenadante foi transferido para o vial cromatográfico e adicionado 0,4 mL de solução 3:1 de metafosfórico (25%) com ácido fórmico (98-100%) e 0,2 mL de solução de ácido 2-etil-butírico 100 mM (padrão interno). Desse extrato, 1µL foi injetado em cromatógrafo gasoso (CG HP 7890A; Injetor HP 7683B, Agilent Technologies) equipado com coluna capilar HP-FFAP (1909F-112; 25 m; 0,32 mm; 0,5 µm; JeW Agilent Technologies). A injeção foi realizada automaticamente pelo sistema injetor acoplado ao cromatógrafo. O gás de arraste utilizado foi o H₂, mantido em fluxo de 31,35 mL/min. A temperatura do injetor e do detector foi de 260°C. O tempo total de análise cromatográfica foi de 16,5 minutos, dividido em três rampas de aquecimento: 80°C (1 min), 120°C (20°C/min; 3 min) e 205°C (10°C/min; 2 min) (Ferreira et al., 2016). A concentração dos AGCC (mM/L) foi determinada com base em uma curva cromatográfica de calibração externa. Para análise estatística, os dados utilizados foram transformados para proporção molar (mM/100mM), ou seja, a relação entre a quantia de um determinado AGCC e o total observado.

A concentração de N-NH₃ foi determinada pelo método colorimétrico descrito por Chaney & Marbach (1962), adaptado para leitor de microplaca (EON, BioTech Instruments, Winooski, VT, EUA), utilizando filtro de absorbância de 550 nm.

5.3.5 Digestibilidade aparente dos nutrientes

Ao final do período experimental, foi realizada colheita total de fezes de cada animal para determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes. Durante os dias 37, 38, 39, 40 e 41 a produção total de fezes de cada animal foi quantificada diariamente, uma amostra (10% do total) foi armazenada a -18°C para posterior análise química.

As amostras de oferta, sobra e fezes colhidas durante o ensaio de digestibilidade foram analisadas no LNRA do Departamento de Zootecnia da da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ-USP). As amostras foram descongeladas e secas em estufas de ventilação forçada a 55°C por 72 horas para determinação da matéria seca 1 (MS 1). Posteriormente, as amostras foram processadas em moinho tipo Willey com peneiras com crivos de 1 mm. foi realizada a determinação de matéria seca 2 (MS 2) por meio de secagem das amostras em estufa a 105° C por 24 horas. A determinação da fração fibrosa foi realizada de forma sequencial, utilizando alfa-amilase termoestável e sulfito de sódio para análise de fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com metodologia proposta por Van Soest et al. (1991) e a fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com Goering e Van Soest (1970), sendo utilizado o Analisador de Fibra Ankon 2000 (Ankon Tech. Corp., Fairport, NY, USA). FDN e FDA foram corrigidos para cinzas.

A digestibilidade aparente dos nutrientes foi calculada à partir da seguinte fórmula:

$$DATT (\%) = \frac{(MSC \times NMS) - (MSF \times NMF) \times 100}{(MSC \times NMS)}$$

onde, DATT : digestibilidade aparente no trato total; MSC : matéria seca consumida; MSF : matéria seca fecal; NMF : porcentagem do nutriente na matéria seca fecal; NMS : porcentagem do nutriente na matéria seca consumida.

6 EXPERIMENTO II – DESEMPENHO ANIMAL

6.1 HIPÓTESES

A hipótese do presente trabalho foi que a inclusão de narasina na dieta aumentaria o CMS em todas as fases em relação aos tratamentos recebendo monensina. Os tratamentos com inclusão de monensina apresentariam menos CMS em relação aos outros tratamentos nas duas fases do estudo. Da mesma forma, a inclusão de monensina durante o período de terminação apresentariam melhor EA. Além disso, a inclusão de ionóforos resultaria em melhoria nos dados de carcaça

6.2 OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da utilização de Narasina e Monensina na fase de adaptação e período de terminação e a influência dos ionóforos no GMD, CMS, RC, EA, AOL e EGS de novilhos nelore alimentados com dietas de terminação.

6.3 MATERIAIS E MÉTODOS

6.3.1 Local do experimento

O presente estudo foi conduzido nas instalações do Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA) pertencente ao Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, localizada em Piracicaba – SP – Brasil. Os procedimentos experimentais envolvendo animais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ/USP; nº 8614150720) e pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” ESALQ (CEUA/ESALQ; nº 9763030920).

6.3.2 Delineamento e período experimental

Foram utilizados 120 novilhos Nelore, machos, com 30 meses de idade e peso médio de $424,65 \pm 5,43$ Kg

O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados, com cinco tratamentos e oito repetições, sendo a baia (com três animais) a unidade experimental. Os blocos foram definidos a partir do peso obtido no dia 0 do experimento.

Os animais foram pesados em jejum de sólidos e líquidos por 14 horas a cada pesagem. O experimento teve duração de 105 dias, sendo subdivididos em adaptação (21 dias) e terminação (84 dias). A duração do estudo e a subdivisão tiveram como objetivo de avaliar os efeitos dos ionóforos em dieta de adaptação e substituição dos mesmos na dieta final.

6.3.3 Tratamentos experimentais e manejo alimentar

Os tratamentos experimentais foram: grupo controle, sem inclusão de aditivos (CON); 13 ppm de narasina na adaptação e terminação (NN); 25 ppm de monensina na adaptação e na terminação (MM); 13 ppm de narasina na adaptação e 25 ppm de monensina na terminação (NM); e 25 ppm de monensina na adaptação e 13 ppm de narasina na terminação (MN). As doses utilizadas seguem as recomendações segundo os fabricantes (Narasina – Zimprova; e Monensina – Rumensin, Elanco Saúde Animal, São Paulo, Brasil). As baias de todos os tratamentos receberam os aditivos juntamente à dieta total. As baias do tratamento CON receberam mesma dieta dos demais, entretanto, sem a inclusão de ionóforos. Diariamente a oferta da dieta total foi ajustada com base na sobra quantificada em relação à oferta do dia anterior.

As dietas experimentais foram compostas por bagaço-de-cana “*in natura*”, caroço de algodão, casca de soja, milho moído, farelo de soja, ureia e mistura mineral. Antes do início do experimento, amostras da matéria prima foram colhidas para análise do valor nutricional, apresentados na Tabela 1. As dietas experimentais foram produzidas em vagão misturador vertical (Mixer VM8B, DeLaval International AB, Tumba, Suécia) todos os dias as 08:00 horas.

Os animais tiveram acesso “*ad libitum*” a dieta e água. As sobras das dietas foram avaliadas visualmente todos os dias, permitindo sobra de aproximadamente 5% em relação à oferta. A oferta foi ajustada diariamente em relação à sobra. As sobras foram retiradas ao final de cada período. Foi analisado o teor de MS da oferta e da sobra para posterior cálculo do consumo de CMS. Além disso, ao longo de cada período experimental, amostras do ofertado foram colhidas semanalmente, resultando em uma amostra composta por período, para posterior análise bromatológica a fim de monitorar a qualidade da oferta.

6.3.4 Pesagem dos animais e análise de carcaça

Os novilhos foram pesados individualmente no início do experimento (dia 0) no final do período de adaptação (dia 21) e no final do período em dieta de terminação (dia 105) após jejum hídrico e alimentar por 14 horas. Os cálculos de GMD, CMS e foram realizados para cada período experimental.

Ao final do período experimental de 105 dias, os animais foram abatidos em frigorífico comercial com peso vivo médio final de $572,86 \pm 13,25$. O peso da carcaça quente (PCQ) foi obtido no abate em frigorífico após a remoção dos rins e gordura visceral. O rendimento de carcaça (RC) foi calculado por meio do PCQ obtido após o abate, dividido pelo peso vivo do animal obtido no confinamento. Para determinar a área de olho de lombo (AOL) no músculo *Longissimus dorsi* (contrafilé) e espessura de gordura subcutânea (EGS), uma imagem

superficial do músculo *Longissimus dorsi* segmentado entre a 12ª e 13ª costela foi fotografada por uma câmera digital fixada a uma haste de 10 cm de altura acoplada a uma base retangular de aço de 15 x 20 cm. As imagens obtidas pela câmera digital foram interpretadas utilizando-se o software AutoCAD® por um técnico capacitado.

6.3.5 Comportamento ingestivo

Durante o período que foi avaliado o comportamento ingestivo (dia 103), 120 animais recebiam a dieta de terminação. Os animais foram marcados com cores diferentes dentro de cada baia para facilitar a avaliação dos observadores. A avaliação foi feita visualmente a cada 5 minutos durante um período de 24 horas, iniciando-se das 09:00 horas da manhã com término as 09:00 horas da manhã do dia seguinte (dia 104). A avaliação visual foi feita por 20 pessoas treinadas com função de registrar o comportamento alimentar dos animais. Os observadores foram divididos em cinco grupos de quatro pessoas, cada pessoa do grupo era responsável pela avaliação comportamental de dez baias (30 animais).

Os dados de comportamento foram registrados individualmente, cada animal marcado com uma coloração diferente e brinco de identificação, dentro de cada baia. Os dados avaliados foram: tempo em ócio, tempo ruminando, tempo comendo, tempo de ingestão de água e frequência de idas ao cocho.

A ingestão de matéria seca também foi avaliada em cada baia durante o dia de coleta de dados do comportamento ingestivo.

7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Durante o estudo, três animais foram retirados por rejeitarem a alimentação ofertada. Sendo assim, no final tivemos 37 animais no experimento I. Cada baia foi considerada como unidade experimental para os dados de desempenho. Para a análise dos dados referentes aos parâmetros de carcaça, foi utilizado o animal como unidade experimental. Todas as variáveis foram analisadas por ANOVA utilizando o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS 9.3, no qual os tratamentos foram incluídos como efeito fixo, e o bloco (peso corporal) como efeito aleatório. Antes, porém da análise de variância, foi verificado a normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk) e normalidade das variâncias (Welch) dos dados.

As variáveis relativas aos AGCC, pH e N-NH₃ foram analisadas como medida repetida no tempo (efeito de dia) utilizando o procedimento MIXED. Os dados que foram analisados como medidas repetidas foram colocados em matrizes de covariância e testados para

"compound symmetry, heterogeneous compound symmetry, autoregressive, autoregressive heterogeneous, unstructured, banded, variance components, toeplitz and heterogeneous toeplitz" e a melhor matriz foi definida de acordo com o menor valor para "Akaike's Information Criterion". Os meios foram obtidos pelo comando LSMEANS.

8 RESULTADOS

Os animais utilizados neste estudo (Exp. 1) eram providos de cânulas no saco dorsal do rúmen, o peso médio inicial foi de $230,47 \pm 0,59$. Durante o período de adaptação, os animais do tratamento MM apresentaram menor CMS durante o período de adaptação, semelhante ao tratamento MN, entretanto, houve diferença dos demais tratamentos. O tratamento NM apresentou maior CMS em relação aos tratamentos recebendo monensina sódica ($P = 0,02$) e foi semelhante ao grupo controle e NN durante o período 1. Já no período 2 não houve diferença em relação ao CMS entre os tratamentos ($P = 0,45$), da mesma forma quando avaliado o período experimental total ($P = 0,15$). Os dados de CMS estão apresentados na Tabela 2 e na Figura 1.

Tabela 2 - Consumo de matéria seca pelos novilhos alimentados com as dietas experimentais.

Variáveis ³	Tratamentos ¹					EPM ²	VALOR-P
	—	CON	MM	MN	NM	NN	
CMSP1, Kg		6,65 ^{ab}	5,75 ^c	6,06 ^{bc}	6,91 ^a	6,56 ^{ab}	0,24
CMSP2, Kg		7,85	6,95	7,57	7,77	7,43	0,36
CMSTOTAL, Kg		7,25	6,35	6,87	7,34	7,00	0,28

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

¹CON = Dieta controle, sem inclusão de ionóforos; MM = Dieta contendo 25ppm de monensina na fase de adaptação e terminação; MN = dieta contendo 25 ppm de monensina na adaptação e 13ppm de narasina na terminação; NM = dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e 25 ppm de monensina na terminação; NN = dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e terminação.

²EPM = Erro padrão da média

³CMSP1 = Consumo de matéria seca na adaptação (21 dias); CMSP2 = Consumo de matéria seca na terminação (21 dias); CMSTOTAL = Consumo de matéria seca durante todo o estudo (42 dias);

As avaliações do consumo de nutrientes durante o período de digestibilidade, como o CMS, matéria orgânica (CMO), fibra em detergente neutro (CFDN) fibra em detergente ácido (CFDA) durante o período de digestibilidade, foi observado que tais parâmetros não foram afetados pela inclusão dos ionóforos (monensina e narsina) na dieta em relação ao grupo controle, da mesma forma ocorreu com a digestibilidade da matéria seca (DGMS), matéria orgânica (DGMO), fibra em detergente neutro (DGFDN) e fibra em detergente ácido (DGFDA), que também não foram afetados pelas dietas experimentais (Tabela 3).

Figura 1 - Consumo de matéria seca (CMS) durante os dias do experimento.

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

Tratamentos: CON = Dieta controle, sem inclusão de ionóforos; MM = Dieta contendo 25ppm de monensina na fase de adaptação e terminação; MN = Dieta contendo 25 ppm de monensina na adaptação e 13ppm de narasina na terminação; NM = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e 25 ppm de monensina na terminação; NN = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e terminação.

Tabela 3 - Consumo de nutrientes durante o período de digestibilidade (kg) e digestibilidade aparente dos nutrientes (%).

² Variáveis	¹ Tratamentos					² EPM	VALOR-P
	CON	MM	MN	NM	NN		
Consumo, dia							
CMS, Kg	7,03	6,33	7,03	6,51	6,34	0,49	0,71
CMO, Kg	6,34	5,86	6,47	6,03	5,83	0,45	0,81
CFDN, Kg	1,90	1,74	2,08	1,80	1,92	0,14	0,51
CFDA, Kg	1,07	1,02	1,19	1,05	1,10	0,08	0,67
Digestibilidade							
DGMS,%	67,45	66,74	68,65	66,95	63,49	1,67	0,27
DGMO,%	68,94	69,16	70,32	69,63	66,04	1,57	0,35
DGFDN,%	52,85	53,05	59,14	52,06	54,18	2,22	0,22
DGFDA,%	50,99	54,17	57,67	54,19	53,87	2,36	0,46

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

¹CON = Dieta controle, sem inclusão de ionóforos; MM = Dieta contendo 25ppm de monensina na fase de adaptação e terminação; MN = Dieta contendo 25 ppm de monensina na adaptação e 13ppm de narasina na terminação; NM = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e 25 ppm de monensina na terminação; NN = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e terminação.

²EPM = Erro padrão da média

³CMS = Consumo de matéria seca; CMO = Consumo de matéria orgânica; CFDN = Consumo de FDN; CFDA = Consumo de FDA; DGMS = Digestibilidade da MS; DGMO = Digestibilidade da MO; DGFDN = Digestibilidade do FDN; DGFDA = Digestibilidade do FDA

A inclusão dos ionóforos nas dietas e sua alternância durante o período de adaptação e terminação não influenciou na concentração molar de ácido acético ($P = 0,67$), propiônico ($P = 0,91$), butírico ($P = 0,61$), valérico ($P = 0,19$), relação acético:propiônico ($P = 0,92$), total de AGCC produzidos ($P = 0,79$) e pH ($P = 0,82$) não havendo interação entre tratamento e dia para essas variáveis. Com relação aos ácidos graxos de cadeia ramificada, houve interação entre tratamento e dia mostrando efeito para isobutírico ($P = 0,05$) e isovalérico ($P = 0,04$) como apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Concentração molar dos AGCC, relação acético:propiônico, total de AGCC, pH e N-NH₃.

Variáveis ²	Tratamentos ¹					EPM ³	VALOR-P ⁴		
	C	MM	MN	NM	NN		Trat	Dia	T*D
Acético, Mmol	72,93	64,28	71,73	66,08	69,72	7,15	0,67	<0,01	0,89
Propiônico, Mmol	33,69	31,43	33,65	33,25	31,72	1,28	0,91	<0,01	0,57
Butírico, Mmol	11,66	11,69	14,66	12,82	12,87	2,3	0,61	<0,01	0,81
isobutírico, Mmol	0,84	0,79	0,91	0,84	0,92	0,02	0,58	<0,01	0,05
Valérico, Mmol	2,35	1,17	1,5	1,32	1,96	0,12	0,19	<0,01	0,85
Isovalérico, Mmol	1,89	2,05	2,39	2,38	2,07	0,09	0,42	<0,01	0,04
C2:C3, Mmol	2,31	2,31	2,24	2,27	2,48	0,06	0,92	<0,01	0,14
Total	115,58	110,1	125,16	116,67	119,26	13,46	0,79	<0,01	0,91
pH	6,17	6,13	6,02	6,11	6,10	0,09	0,86	<0,01	0,98
N-NH ₃ mg/dL	6,63	8,58	9,66	7,48	10,56	0,58	0,07	0,23	0,72

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

¹Tratamentos: CON = Dieta controle, sem inclusão de ionóforos; MM = Dieta contendo 25ppm de monensina na fase de adaptação e terminação; MN = Dieta contendo 25 ppm de monensina na adaptação e 13ppm de narasina na terminação; NM = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e 25 ppm de monensina na terminação; NN = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e terminação.

²Proporção molar dos AGCC, relação acético:propiônico, total de AGCC, pH e N-NH₃ mg/dL

³EPM = Erro padrão da média.

⁴Trat: efeito de tratamento; dia: efeito de dia; T*D: efeito da interação entre tratamento e dia.

Foi observado efeito de dia em relação porcentagem de ácido acético, propiônico e relação acético:propiônico ($P = <0,0001$) mostrado na Tabela 5. Não havendo diferença entre tratamentos, dias ou interação tratamento e dias para ácido butírico, isobutírico, valérico e isovalérico.

Em relação ao experimento II, foram observados efeitos significativos, mostrando uma interação tratamento e dia ($P = 0,02$) sobre o CMS durante o período de adaptação e terminação. Os animais que foram alimentados com MM e MN apresentaram um menor CMS na adaptação

Tabela 5 - Porcentagem de AGCC durante o estudo.

Variáveis ²	Tratamentos ¹					EPM ³	VALOR-P ⁴		
	CON	MM	MN	NM	NN		TRAT	DIA	T*D
Propionato, %	26,72	26,2	27,11	27,46	25,65	0,91	0,91	<0,01	0,08
Acético, %	60,17	59,46	57,55	57,97	59,08	0,86	0,9	<0,01	0,34
Butírico, %	9,69	10,72	11,57	10,72	10,74	0,52	0,36	0,06	0,22
Isobutírico, %	0,72	0,75	0,73	0,73	0,83	0,04	0,87	0,08	0,3
Valérico, %	1,81	1,05	1,19	1,11	1,37	0,18	0,87	0,08	0,3
Isovalérico, %	1,65	1,86	1,99	2,04	1,85	0,12	0,7	0,1	0,13

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

¹Tratamentos: CON = Dieta controle, sem inclusão de ionóforos; MM = Dieta contendo 25ppm de monensina na fase de adaptação e terminação; MN = Dieta contendo 25 ppm de monensina na adaptação e 13ppm de narasina na terminação; NM = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e 25 ppm de monensina na terminação; NN = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e terminação.

²Porcentagem de AGCC.

³EPM = Erro padrão da média.

quando comparados com os animais do tratamento NN e NM, no entanto, nenhum dos tratamentos com inclusão de ionóforos diferiu do tratamento CON.

Durante o período de terminação, iniciado no dia 21 e concluído no dia 105 do período experimental, o tratamento MM apresentou, da mesma forma que na adaptação, um menor CMS em relação aos tratamentos NN e NM, porém nenhum dos tratamentos diferiu do tratamento MN e CON, como observado na Figura 2.

Figura 2 - Consumo de matéria seca (CMS) durante os períodos do experimento.

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

Total = CMS durante todo o período experimental; P1 = CMS durante os primeiros 21 dias de estudo; P2 = CMS durante os últimos 84 dias de estudo.

Tratamentos: CON = Dieta controle, sem inclusão de ionóforos; MM = Dieta contendo 25ppm de monensina na fase de adaptação e terminação; MN = Dieta contendo 25 ppm de monensina na adaptação e 13ppm de narasina na terminação; NM = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e 25 ppm de monensina na terminação; NN = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e terminação.

Em relação ao peso dos animais, foi observado efeito de período ($P < 0,0001$), porém não houve efeito de tratamento ($P = 0,80$) ou interação tratamento e dia ($P = 0,88$) para as variáveis analisadas, a utilização de narasina e monensina e a alternância entre as moléculas durante o período de adaptação e terminação não alterou o peso após o término da adaptação ($440,14 \pm 10,1$) ou terminação ($572,86 \pm 13,25$) como mostrado na figura 3.

Da mesma forma, a inclusão dos ionóforos não influenciou o GMD durante o período de adaptação ($0,74 \pm 0,15$), o GMD durante o período de terminação ($1,59 \pm 0,7$) e GMD total ($1,41 \pm 0,7$) apresentado na Figura 4. Havendo, apenas, efeito de período ($P = < 0,0001$). A EA durante os períodos de adaptação e terminação, da mesma forma, não foi influenciada pela adição dos ionóforos na dieta, demonstrando efeito de período ($P = < 0,0001$), não havendo efeito de tratamento ou interação tratamento e período, demonstrado na Figura 5.

Figura 3 - Peso corporal médio ao longo do período experimental total.

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

Tratamentos: CON = Dieta controle, sem inclusão de ionóforos; MM = Dieta contendo 25ppm de monensina na fase de adaptação e terminação; MN = Dieta contendo 25 ppm de monensina na adaptação e 13ppm de narasina na terminação; NM = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e 25 ppm de monensina na terminação; NN = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e terminação.

Figura 4 - Ganho médio diário (GMD) dos animais durante os períodos do experimento.

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

Total = GMD durante todo o período experimental; P1 = GMD durante os primeiros 21 dias de estudo; P2= GMD durante os últimos 84 dias de estudo.

Tratamentos: CON = Dieta controle, sem inclusão de ionóforos; MM = Dieta contendo 25ppm de monensina na fase de adaptação e terminação; MN = Dieta contendo 25 ppm de monensina na adaptação e 13ppm de narasina na terminação; NM = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e 25 ppm de monensina na terminação; NN = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e terminação.

Figura 5 - Eficiência alimentar (EA) dos animais durante os períodos do experimento.

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

Total = EA durante todo o período experimental; P1 = EA durante os primeiros 21 dias de estudo; P2= EA durante os últimos 84 dias de estudo.

Tratamentos: CON = Dieta controle, sem inclusão de ionóforos; MM = Dieta contendo 25ppm de monensina na fase de adaptação e terminação; MN = Dieta contendo 25 ppm de monensina na adaptação e 13ppm de narasina na terminação; NM = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e 25 ppm de monensina na terminação; NN = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e terminação.

Não foram observadas diferenças significativas na maioria das variáveis analisadas com relação às características de carcaça dos animais apresentados na Tabela 6. Entretanto, os

animais dos tratamentos MM, NM e NN apresentaram maior EGS ($P = 0,01$) em relação ao grupo controle. Não foi observada diferença significativa do tratamento MN para os outros tratamentos.

Tabela 6 - Dados de carcaça dos animais abatidos após o período experimental.

⁴ Variável	¹ Tratamentos					³ EPM	VALOR-P
	CON	MM	MN	NM	NN		
RC, kg	57,25	58,32	58,47	58,38	57,47	0,51	0,12
PCQ, kg	327,90	333,57	336,13	332,50	331,52	4,00	0,70
AOL, cm	74,78	76,69	75,29	73,15	75,92	1,69	0,64
EGS, mm	4,63 ^b	6,57 ^a	5,78 ^{ab}	6,05 ^a	5,83 ^a	0,19	0,01

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

¹Tratamentos: CON = Dieta controle, sem inclusão de ionóforos; MM = Dieta contendo 25ppm de monensina na fase de adaptação e terminação; MN = Dieta contendo 25 ppm de monensina na adaptação e 13ppm de narasina na terminação; NM = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e 25 ppm de monensina na terminação; NN = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e terminação.

^{a,b,c}Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$);

²RC = Rendimento de carcaça; PCQ = Peso de carcaça quente; AOL = Área de olho de lombo; EGS = Espessura de gordura subcutânea.

³EPM = Erro padrão da média.

As variáveis relacionadas ao comportamento ingestivo, como tempo em ócio (TO) tempo ruminando (TR) tempo comendo (TPC), tempo mastigando (TM), tempo de ingestão de água (TPA), frequência de visitas ao comedouro (FPC) e CMS dos animais, estão apresentadas na Tabela 7. Não foi observado efeito entre os tratamentos para as variáveis como TO ($P = 0,29$), TR ($P = 0,07$), TPC ($P = 0,14$), TM ($P = 0,26$), TPA ($P = 0,67$), FPC ($P = 0,74$) e CMS ($P = 0,50$) durante o período de observação.

Tabela 7 - Dados relacionados ao comportamento ingestivo, feito ao final do período experimental.

³ Variável	¹ Tratamentos					² EPM	VALOR-P
	CON	MM	MN	NM	NN		
TO, min	1.101,46	1.093,13	1.063,54	1.088,13	1.079,79	12,85	0,29
TR, min	227,92	223,33	244,38	226,25	239,38	12,31	0,70
TPC, min	100,63	108,13	120,42	113,54	111,67	5,50	0,14
TM, min	328,54	331,46	364,79	339,79	351,04	12,93	0,26
TPA, min	10,00	15,42	11,67	12,08	9,17	1,59	0,67
FPC, min	13,45	13,42	13,50	13,21	14,42	0,66	0,74
CMS, kg	10,19	10,84	10,11	11,07	10,97	0,48	0,50

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

¹Tratamentos: CON = Dieta controle, sem inclusão de ionóforos; MM = Dieta contendo 25ppm de monensina na fase de adaptação e terminação; MN = Dieta contendo 25 ppm de monensina na adaptação e 13ppm de narasina

na terminação; NM = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e 25 ppm de monensina na terminação; NN = Dieta contendo 13 ppm de narasina na adaptação e terminação.

²TO = Tempo em ócio; TR = tempo ruminando; TPC = tempo comendo; TM = tempo mastigando; TPA = tempo de ingestão de água; FPC = frequência de visitas ao comedouro; CMS = consumo de matéria seca.

³EPM = Erro padrão da média.

9 DISCUSSÃO

Os aditivos alimentares têm sido usados nos confinamentos como uma importante ferramenta para aumentar a produtividade e tornar a atividade mais rentável. A maioria das pesquisas relacionadas aos ionóforos estão focadas em dietas de terminação, com o principal foco em alterar a taxa de crescimento dos animais e EA por modificações em rotas fermentativas e melhor utilização dos nutrientes da dieta (Tedeschi et al., 2003; Duffield et al., 2012). No entanto, as informações são escassas sobre a utilização de narasina em dietas à base de concentrados e a influência deste ionóforo durante algum período específico do processo de terminação de bovinos, da mesma forma quanto à sua alternância com outras moléculas durante as fases de adaptação e terminação do confinamento. Devido a limitada quantidade de pesquisas relacionadas a estes quesitos, esse estudo foi realizado com o intuito de sanar algumas dúvidas quanto às diferenças no uso de monensina ou narasina na adaptação e terminação de bovinos em confinamento.

Houve efeito entre tratamentos em relação ao CMS durante o período de adaptação do Exp. 1, em que o tratamento MM mostrou-se eficaz em reduzir o CMS perante aos demais tratamentos, porém, o tratamento MN mostrou diferença significativa, reduzindo o CMS, apenas para o tratamento NM e durante o período de adaptação e terminação do Exp. 2 houve redução de CMS do tratamento MM. No entanto, esses resultados foram diferentes do esperado, uma vez que a literatura apresenta dados consistentes sobre a redução do CMS em animais alimentados com monensina sódica. Duffield et al. (2012) relataram menor efeito da monensina em relação ao CMS em dietas contendo valores de FDN intermediários e altos, o que pode explicar a eficiência parcial da molécula em relação ao CMS no presente estudo. Não houve diferença entre os tratamentos NN e NM em relação ao CON, como mostrado em trabalhos recentes na literatura, a narasina tem a característica de manter o CMS em dietas de elevado teor de FDN (Silva et al., 2015; Polizel et al., 2016ab; Limede et al., 2021) e de elevado teor de concentrado (Polizel et al., 2016c; Gobato et al., 2017), diferente de outros ionóforos a molécula mostra constância em relação ao CMS independente da dieta utilizada.

A influência da narasina, monensina e a alternância entre os ionóforos em relação à ingestão de nutrientes e digestibilidade aparente dos nutrientes é variável, como demonstrado nos trabalhos de Polizel et al. (2020), Junior et al. (2020) e Spears, (1990). No presente trabalho

(Exp. 1), a inclusão de ionóforos em dieta com elevados teores de concentrados não afetou a ingestão dos nutrientes e digestibilidade aparente de nenhum dos nutrientes avaliados. A semelhança em relação ao consumo de nutrientes durante o período de digestibilidade ocorreu possivelmente devido ao CMS ser semelhante durante o período de colheita dos dados.

Em relação aos parâmetros de digestibilidade, Fonseca et al. (2016) não observaram diferença na digestibilidade aparente dos nutrientes em bovinos recebendo dietas com 50% de concentrados. Da mesma forma, Polizel et al. (2020) também não observaram efeitos na digestibilidade aparente dos nutrientes em bovinos Nelore alimentados com dietas à base de forragens com adição de narasina. O aumento da digestibilidade dos nutrientes pode ser justificado pela seleção de uma microbiota mais eficiente (Russel, 1987) ou pelo aumento da retenção da dieta no rúmen, no caso da monensina (Ellis et al., 1984), porém, no presente estudo não foi observada a redução no CMS durante o período de digestibilidade, seguindo a teoria da maior retenção do alimento no trato gastro intestinal dos animais (Ellis et al., 1984), o que poderia justificar a igualdade entre os tratamentos em relação ao coeficiente de digestibilidade. Entretanto, Polizel et al. (2016b) observaram efeito linear em relação à digestibilidade de FDN quando os animais foram suplementados com narasina, porém os autores não observaram diferença entre tratamentos em relação ao CMS.

Diretamente ligado ao CMS e consumo de nutrientes, a concentração de AGCC produzidos e a sua estequiometria são de grande valia para a nutrição de ruminantes. Os ionóforos (narasina e monensina), na maioria dos casos, afetam positivamente a proporção dos AGCC com uma maior produção de propionato e redução da relação C2:C3 (Limede et al., 2021; Polizel et al., 2020, Ellis et al., 2012), disponibilizando mais energia metabolizável do alimento (Bergen e Bates, 1984) e, por consequência, aumentando o GMD e EA dos animais (Duffield et al., 2012). Entretanto, os dados não mostraram diferença na concentração molar total e nas proporções dos AGCC e relação C2:C3. Corroborando com os dados apresentados do presente trabalho, Polizel et al. (2017) relataram que a adição de monensina (25 ppm) e narasina (10 e 20 ppm) na adaptação abrupta de novilhos Nelore em dietas contendo 90% de concentrados não foi eficaz em mostrar diferença em relação à produção de AGCC. Guan et al. (2006), relataram que a alternância de ionóforos (monensina e lasalocida) em dietas de alto e baixo teor de FDN para animais Angus, não foi eficaz em modificar a concentração total de AGCC, entretanto, a relação C2:C3 foi diminuída. Em contrapartida, em metanálise realizada por Ellis et al. (2012) os autores relataram que as doses de monensina utilizadas para bovinos

recebendo dietas de alto teor de concentrados reduziram as proporções molares de butirato, e aumentaram o propionato. Russell & Houlihan (2003) mencionaram que em ambiente com pH elevado, o ionóforo é amplamente ionizado e sua capacidade de dissipar o gradiente de íons diminui, no entanto, se o pH apresentar valores baixos, a atividade do ionóforo se restabelece. Essa teoria justificaria os valores semelhantes entre os tratamentos na maioria das variáveis, visto que os valores de pH foram altos e semelhantes entre os tratamentos.

Não houve diferença do pH ruminal entre os tratamentos, diferente do esperado, visto que a inclusão de ionóforos nas dietas de terminação à base de concentrado é eficaz em controlar microrganismos produtores de lactato, responsáveis pela diminuição do pH ruminal (Russell & Strobel, 1989). Semelhante aos dados mostrados no presente estudo, Towne et al. (1990) ao avaliarem o pH ruminal de novilhas confinadas, recebendo dietas de elevado teor de concentrados com adição de monensina, os autores não verificaram diferença no pH ruminal dos animais. Da mesma forma, García et al. (2000) não observaram diferença no pH ruminal de ovinos da raça Suffolk recebendo dietas com adição de monensina. Por outro lado, Polizel et al. (2017) relataram que novilhos tratados com dietas contendo 90% de concentrado, a adição de 25 ppm de monensina e 20 ppm de narasina foi eficiente em aumentar o pH ruminal em relação à novilhos tratados sem a inclusão de ionóforos. Os estudos são escassos em relação a eficácia da narasina na manutenção do pH ruminal de animais alimentados com dietas à base de concentrados, pois a maioria dos trabalhos recentes foram conduzidos com animais alimentados com dietas à base de forragens (Polizel et al., 2020; Limede et al., 2021). Porém, Nagaraja et al. (1987), observaram em estudo *in vitro* que a narasina foi mais eficaz que outros aditivos na inibição da produção de ácido láctico, visto que esse tem alta correlação com a redução do pH ruminal (Owens & Goetsch, 1998). Além disso, com a inclusão de caroço de algodão e casca de soja na dieta, há um aumento da FDN e, conseqüentemente, um aumento no pH ruminal (NRC, 2001; Ferreira et al., 2011) favorecendo um ambiente para bactérias utilizadoras de lactato (Kung & Hession, 1995) e, conseqüentemente mantendo um pH estável mesmo sem a adição de ionóforos.

É relatado que os ionóforos podem diminuir a proteólise e, conseqüentemente, reduzir a produção de amônia a nível ruminal (McGuffey et al., 2001). O valor mínimo de N-NH₃ para que não haja prejuízo no crescimento microbiano é de 5mg/dL (Satter & Slyter, 1974). Os ionóforos utilizados no presente trabalho (Exp.1) não foram impactantes sobre as concentrações de amônia em novilhos recebendo dietas com predominância de concentrados, semelhante ao ocorrido com as outras variáveis relacionadas aos parâmetros ruminais. Em contrapartida, em

estudo realizado por Yang & Russel (1993), os autores relataram que a monensina é eficaz em reduzir a amônia a nível ruminal. Da mesma forma, Chen & Russel (1991) relataram que a monensina apresentou efeito pouco significativo em relação a proteólise, porém, causou redução na produção de amônia no rúmen. Em trabalho realizado com novilhos alimentados com altos teores de forragem Limede et al. (2021) relataram, também, não observar efeito da narasina sobre a produção de amônia ruminal.

Os resultados em relação ao peso corporal e GMD (Exp. 2) são variados na literatura decorrente a diferença entre os ionóforos. Durante o presente estudo essas variáveis não foram influenciadas pela inclusão dos ionóforos em nenhuma das fases do confinamento. Entretanto, Polizel et al. (2019) avaliaram efeito da narasina na suplementação de novilhos à pasto, concluíram que a inclusão desta molécula na suplementação é eficiente em aumentar o desempenho dos animais, semelhante à outros dados mencionados na literatura (Miszura et al., 2019; Limede et al., 2019). Corroborando com os resultados apresentados no presente estudo, Gobato et al. (2017) não observaram efeito em relação ao GMD de novilhas em confinamento suplementadas com narasina. Da mesma forma, ao avaliarem a frequência de fornecimento de narasina para cordeiros, Oliveira et al. (2018) observaram que o fornecimento diário de narasina ou a cada dois dias não afetou o GMD. Diferente da narasina, a maioria dos estudos realizados com monensina são em dietas contendo elevados teores de concentrados. Em metanálise realizada por Duffield et al. (2012), os autores mencionaram que a monensina não interfere no ganho de peso corporal dos animais, porém, podem alterar a EA em bovinos confinados. Alguns trabalhos recentes mostram a eficiência da naraisina em aumentar a produção animal (Assis et al., 2020; Sardinha et al., 2020; Miszura et al., 2019; Limede et al., 2019), porém, os resultados de GMD do presente estudo são condizentes com a produção de AGCC, visto que, a inclusão de ionóforos na dieta não afetou a produção de propionato que, por sua vez, é utilizado com mais eficiência pelos ruminantes por apresentar um incremento calórico maior que o acetato (Bergen & Bates, 1984).

Os ionóforos são utilizados como ferramentas importantes para incrementar variáveis como EA. Diferentemente do presente estudo, a potencial melhoria de EA de bovinos confinados recebendo suplementação com monensina é observada por alguns autores (Zinn, 1987; Stock et al., 1990), no entanto, a resposta tem sido bastante variada. Um dos principais fatores que foram implicados é a dosagem dos ionóforos em relação à resposta (Duffield et al., 2012). De acordo com Barreras et al. (2013), a melhoria na EA, segundo alguns, relatos pode variar de 10 a 17% em novilhos suplementados com 11 e 33 ppm, respectivamente. Duffield et al. (2012), relataram que, nos últimos 40 anos, os ionóforos têm sido menos impactantes em

relação à EA. Essa redução na eficiência da molécula pode estar relacionada ao aumento da densidade energética das dietas atuais, mascarando o efeito aditivo dos ionóforos em relação a EA (Barreras et al., 2013). Corroborando com nossos dados, Benchaar et al. (2006) também não observaram diferença na EA de animais Angus $\times$ Hereford suplementados com monensina. Da mesma forma, Limede et al. (2021) não observaram diferença na EA de novilhos Nelore alimentados com dietas à base de forragens suplementados com narasina. Em contrapartida, Polizel et al. (2016c) concluíram que a adição de narasina (5, 10 e 15mg/kg de MS) aumentou linearmente a EA de cordeiros alimentados com dietas contendo elevados teores de concentrados. A inclusão de ionóforos nas dietas é responsável por modificações no padrão fermentativo (Miszura et al., 2018; Newbold et al., 2013), o que pode melhorar o aproveitamento de energia advinda da dieta, devido a redução de processos ineficientes, como a produção de CH₄ (Ellis et al., 2012; McGuffey et al., 2001) e essa melhoria pode ser observada em dietas de elevado teor de forragens, visto que a densidade energética das forrageiras é menor que a de dietas de terminação.

As informações sobre os efeitos dos ionóforos em relação às características de carcaça são escassas e divergentes. Os relatos bibliográficos sobre o efeito da adição de narasina em relação às características de carcaça são mínimos. Corroborando com nossos dados, Sardinha (2020) analisou a inclusão de narasina na dieta de cordeiros e relatou que a inclusão de 13 ppm de narasina na dieta foi eficaz em aumentar a espessura de gordura subcutânea. A gordura subcutânea atua como isolante térmico, evitando o rápido resfriamento da carcaça e, consequentemente, o encurtamento dos sarcômeros, resultando em uma carne mais dura (Silva Sobrinho et al., 2005). Por outro lado, Van Vuuren & Nel (1983) relataram que tanto a monensina quanto a salinomina não mostraram efeito significativo em relação à EGS e, semelhante aos dados do presente estudo, não observaram efeito em relação à AOL e RC. Salinas-Chavira et al. (2005) também não observaram efeitos da inclusão de ionóforos em relação à gordura subcutânea em cordeiros. Os efeitos dos ionóforos em relação aos dados de carcaça são pouco explorados na literatura, deixando lacunas importantes a serem respondidas, visto que a qualidade da carcaça está diretamente ligada à qualidade e maior valor agregado da carne comercializada.

É relatado que há diferenças no comportamento ingestivo de bovinos alimentados com diferentes ionóforos. Em contraste com os dados do presente estudo, Gibb et al. (2001) relataram que novilhos, F1 Angus $\times$ Hereford, alimentados com dietas de terminação contendo monensina demonstraram maior frequência de visitas ao cocho, fracionando a alimentação ao longo do dia, quando comparados com animais que receberam salinomina. Donoho et al.

(1984), relataram que há uma absorção da monensina pelo organismo animal podendo haver efeitos extra-ruminais que explicariam essa resposta. Armstrong & Spears (1988) relatam que animais que receberam 40 mg de monensina por infusão intravenosa pararam de se alimentar por 4 horas, mas a ingestão diária não foi afetada, em contrapartida, animais que receberam infusão de 18 mg e 40 mg de lasalocida não tiveram seus padrões alimentares modificados. Corroborando com os dados apresentados, Erickson et al. (2003) também não observaram efeito em relação ao tempo em que os animais gastaram se alimentando e no número de visitas ao cocho. O comportamento ingestivo não foi influenciado pela inclusão de ionóforos na dieta experimental, semelhante à outras variáveis correlacionadas aos parâmetros observados como CMS e pH. Em relação à narasina, pouco é relatado na literatura sobre os efeitos da molécula perante os dados de comportamento ingestivo, dessa forma, são necessários mais estudos para que seja esclarecida a ação deste ionóforo em relação ao comportamento dos animais suplementados.

10 CONCLUSÃO

Os ionóforos não afetaram a maioria das variáveis respostas no presente estudo, porém aumentaram a espessura de gordura subcutânea, melhorando a qualidade da carne. Além disso, a monensina diminuiu o CMS durante o período de adaptação, sugerindo que o uso de narasina em período de adaptação em dietas de confinamento pode ser mais vantajoso, uma vez que é recomendado maior CMS em dietas de adaptação.

11 REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 1990. Official methods of analysis. 12th ed. AOAC, Washington, DC.

BARRERAS, A., CASTRO-PÉREZ, B. I., LÓPEZ-SOTO, M. A., TORRENTERA, N. G., MONTAÑO, M. F., ESTRADA-ANGULO, A., ... & Zinn, R. A. Influence of ionophore supplementation on growth performance, dietary energetics and carcass characteristics in finishing cattle during period of heat stress. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, v. 26, n. 11, p. 1553, 2013.

BERGEN, G.W. & BATES, D.B. Ionophores: their effect on production efficiency and more of action. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.58, n.6, p.1465-1483, 1984.

BRETSCHNEIDER, G., J. C. ELIZALDE, AND F. A. PÉREZ. 2008. The effect of feeding antibiotic growth promoters on the performance of beef cattle consuming forage-based diets: A review. *Livestock Science*, v. 114, n. 2-3, p. 135-149, 2008.

CHANEY, A.L., MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clinical chemistry*, v. 8, n. 2, p. 130-132, 1962.

DA FONSECA, M. P., BORGES, A. L. D. C. C., REIS, R., LAGE, H. F., FERREIRA, A. L., LOPES, F. C. F., ... & RODRIGUES, J. A. S. Intake, apparent digestibility, and methane emission in bulls receiving a feed supplement of monensin, virginiamycin, or a combination. *Animal Production Science*, v. 56, n. 7, p. 1041-1045, 2016.

DONOHU, A. L. Biochemical studies on the fate of monensin in animals and in the environment. *Journal of animal science*, v. 58, n. 6, p. 1528-1539, 1984.

EIFERT, E. D. C., LANA, R. D. P., LEÃO, M. I., ARCURI, P. B., VALADARES FILHO, S. D. C., LEOPOLDINO, W. M., ... & SAMPAIO, C. B. Efeito da combinação de óleo de soja e monensina na dieta sobre o consumo de matéria seca e a digestão em vacas lactantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 1, p. 297-308, 2005.

ELLIS, J. L., DIJKSTRA, J., BANNINK, A., KEBREAB, E., HOOK, S. E., ARCHIBEQUE, S., & FRANCE, J. Quantifying the effect of monensin dose on the rumen volatile fatty acid profile in high-grain-fed beef cattle. *Journal of animal science*, v. 90, n. 8, p. 2717-2726, 2012.

ERICKSON, G. E.; MILTON, C. T.; FANNING, K. C.; COOPER, R. J.; SWINGLE, R. S.; PARROTT, J. C.; ... & KLOPFENSTEIN, T. J. Interaction between bunk management and monensin concentration on finishing performance, feeding behavior, and ruminal metabolism during an acidosis challenge with feedlot cattle. *Journal of animal science*, v. 81, n. 11, p. 2869-2879, 2003.

FULTON, W. R.; KLOPFENSTEIN, T. J.; BRITTON, R. A. Adaptation to high concentrate diets by beef cattle. I. Adaptation to corn and wheat diets. *Journal of Animal Science*, v. 49, n. 3, p. 775-784, 1979.

FERREIRA, E. M.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; QUEIROZ, M. A. A.; ARAUJO, R. C.; ... & LOERCH, S. C. Apparent digestibility, nitrogen balance, and ruminal constituents in ram lambs fed high-concentrate diets containing soybean hulls. *Journal of animal science*, v. 89, n. 12, p. 4127-4133, 2011.

GARCÍA, C. C. G. et al. Effect of a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) and monensin on ruminal fermentation and digestion in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, v. 83, n. 2, p. 165-170, 2000.

GARCÍA, C. C. G., MENDOZA, M. G. D., GONZÁLEZ, M. S., COBOS, P. M., ORTEGA, C. M. E., & RAMIREZ, L. R.. Effect of salinomycin or monensin on performance and feeding behavior of cattle fed wheat-or barley-based diets. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 81, n. 2, p. 253-261, 2001.

GOBATO, L. G. M., SILVA, R. G., MISZURA, A. A., POLIZEL, D. M., JUNIOR, M. F., OLIVEIRA, G. B., ... & PIRES, A. V. Effects of narasina addition in mineral mixture on gain and intake of feedlot Nellore heifers (abstract). *Journal of Animal Science*, v.95, supplement 4, p. 266. 2017.

GORRING, H. K., & VAN SOEST, P. J. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agricultural Handbook No. 379* (pp. 1-20). *Agricultural Research Service-United States Department of Agriculture Washington DC* . 1970.

GOODRICH, R.D., GARRETT, J.E., GAST, D.R., KIRICK, M.A., LARSON, D.A. & MEISKE, J.C., 1984. Influence of monensin on the performance of cattle. *Journal of animal science*, v. 58, n. 6, p. 1484-1498, 1984.

Guan, H.; Wittenberg, K. M.; Ominski, K. H.; & Krause, D. O. Efficacy of ionophores in cattle diets for mitigation of enteric methane. *Journal of animal science*, v. 84, n. 7, p. 1896-1906, 2006.

HORTON, G. M. J. A note on the effect of monensin and amicaloral in steer diets. *Animal Science*, v. 30, n. 3, p. 441-444, 1980.

JUNIOR, F. P., VÁSQUEZ, D. C. Z., GARDINAL, R., MEYER, P. M., BERNDT, A., FRIGUETTO, R. T. S., ... & RODRIGUES, P. H. M.. Short-term use of monensin and tannins as feed additives on digestibility and methanogenesis in cattle. *R. Bras. Zootec.*, v. 49, p. -, 2020.

KUNG JR, L., & HESSION, A. O.. Preventing in vitro lactate accumulation in ruminal fermentations by inoculation with *Megasphaera elsdenii*. *Journal of animal science*, v. 73, n. 1, p. 250-256, 1995.

MCGUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. I. D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. *Journal of Dairy Science*, v. 84, p. E194-E203, 2001.

MISZURA, A. A., D. M. POLIZEL, M. FERRAZ JR., J. BARROSO, L. GOBATO, A. MARTINS, G. OLIVEIRA, E. FERREIRA, A. PIRES. Effects of feed additives on rumen parameters of steers fed a high-forage diet. *Journal of Animal Science*, v. 96, n. Suppl 3, p. 441, 2018.

MISZURA, A. A., D. M. POLIZEL, J. P. R. BARROSO, A. S. MARTINS, G. B. OLIVEIRA, A. C. LIMEDE, L. A. SARDINHA, F. M. NETO, R. S. MARQUES, A. V. PIRES. Effects of feed additives on performance of yearling bulls fed high forage diet. *Journal of Animal Science*, v. 97, n. Suppl 3, p. 425, 2019.

NEWBOLD, C. J.; WALLACE, R. J.; WALKER-BAX, N. D. Potentiation by metal ions of the efficacy of the ionophores, monensin and tetronasin, towards four species of ruminal bacteria. *FEMS microbiology letters*, v. 338, n. 2, p. 161-167, 2013.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Acidosis in cattle: a review. *Journal of Dairy Science*, v.76, p. 275-286, 1998.

POLIZEL, D.M.; WESTPHALEN, M.F.; MISZURA, A.A.; SANTOS, M.H.; SILVA, R.G.; BERTOLONI, A.V.; OLIVEIRA, G.B.; BIEHL, M.V.; FERRAZ JUNIOR, M.V.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I. Effect of narasin on rumen metabolism and dry matter intake in wethers fed high-forage diets (Abstract) *Journal of Animal Science*, E-Suppl. 5v.94, p-639, 2016a.

POLIZEL, D.M.; WESTPHALEN, M.F.; MISZURA, A.A.; SANTOS, M.H.; SILVA, R.G.; BERTOLONI, A.V.; OLIVEIRA, G.B.; FERRAZ JUNIOR, M.V.C.; BIEHL, M.V.; SUSIN, I.; PIRES, A.V. Effect of Narasin on nutrient intake and digestibility in wethers fed high-forage diets (Abstract). *Journal of Animal Science*, E-Suppl. 5v.94, p-807, 2016b.

POLIZEL, D.M.; WESTPHALEN, M.F.; SILVA, R.G.; MISZURA, A.A.; SANTOS, M.H.; FERRAZ JUNIOR, M.V.C.; BIEHL, M.V.; PIRES, A.V.; SUSIN, I. Performance of lambs fed high concentrate-diets containing monensin or narasin (Abstract). *Journal of Animal Science*, E-Suppl. 5 v.94, p-808, 2016c.

POLIZEL, D. M., WESTPHALEN, M. F., MISZURA, A. A., JUNIOR, M. F., BERTOLONI, A. V., OLIVEIRA, G. B., ... & PIRES, A. V. Effects of monensin or narasin on rumen metabolism of steers during the period of adaptation to high-concentrate diets. *Journal of Animal Science*, v. 95, n. suppl_4, p. 319-319, 2017.

POLIZEL, D. M., CAPPELLOZZA, B. I., HOE, F., LOPES, C. N., BARROSO, J. P., MISZURA, A., ... & PIRES, A. V. Effects of narasin supplementation on dry matter intake and rumen fermentation characteristics of *Bos indicus* steers fed a high-forage diet. *Translational Animal Science*, v. 4, n. 1, p. 118-128, 2020.

RUSSELL, J. B., & HOULIHAN, A. J. Ionophore resistance of ruminal bacteria and its potential impact on human health. *FEMS microbiology reviews*, v. 27, n. 1, p. 65-74, 2003.

RUSSELL, James B.; STROBEL, H. J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. *Applied and environmental microbiology*, v. 55, n. 1, p. 1, 1989.

SALINAS-CHAVIRA, J., GARCIA-BARRERA, L. A., CRUZ-BAUTISTA, H., MONTANO-GOMEZ, M. F., & CALDERON-CORTES, J. F. Effect of ionophore supplementation and trenbolone implant on growth and carcass characteristics of lambs. *Journal Applied of Animal Research*, v.28, p.49-52, 2005.

SARDINHA, Lairana Aline. Use of narasin for lactating ewes and feedlot lambs. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SILVA S., A. G.; MORENO, G. M. B.. Produção de carnes ovina e caprina e cortes da carcaça. *Seminário Nordestino De Pecuária*, v. 13, p. 1-37, 2009.

SPEARS, J. W. 1990. Ionophores and nutrient digestion and absorption in ruminants. *J. Nutr.* 120:632-638. doi. 10.1093/jn/120.6.632.

TEDESCHI, L. O., FOX, D. G., & TYLUTKI, T. P. Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. *Journal of environmental quality*, v. 32, n. 5, p. 1591-1602, 2003.

STOCK, R. A., SINDT, M. H., PARROTT, J. C., & GOEDEKEN, F. K. Effects of grain type, roughage level and monensin level on finishing cattle performance. *Journal of Animal Science*, v. 68, n. 10, p. 3441-3455, 1990.

THIESSEN, R. B. Inter-age correlations of body weight, weight gain and food intake within and between breeds of cattle. *Animal Science*, v. 40, n. 1, p. 23-32, 1985.

TOWNE, G.; NAGARAJA, T. G.; BRANDT, R. T.; & KEMP, K. E. Dynamics of ruminal ciliated protozoa in feedlot cattle. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 56, n. 10, p. 3174-3178, 1990.

VAN SOEST, P. V., ROBERTSON, J. B., & LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VAN VUUREN, B. G. J.; NEL, J. W. Die invloed van nomensin of karkas-en woleienskappe van Merinolammers. South African Journal of Animal Science, v. 13, n. 2, p. 91-96, 1983.

ZINN, R. A. Influence of lasalocid and monensin plus tylosin on comparative feeding value of steam-flaked versus dry-rolled corn in diets for feedlot cattle. Journal of Animal Science, v. 65, n. 1, p. 256-266, 1987.